

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003年12月31日 (31.12.2003)

PCT

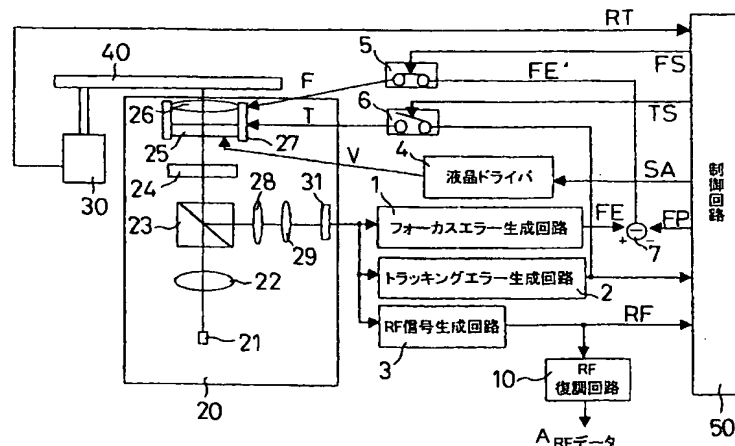
(10) 国際公開番号
WO 2004/001731 A1

- (51) 国際特許分類: G11B 7/125, 7/135, 7/09 千545-8522 大阪府 大阪市 阿倍野区長池町2-2-2 Osaka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/007864
- (22) 国際出願日: 2003年6月20日 (20.06.2003) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 三宅 隆浩 (MIYAKE, Takahiro) [JP/JP]; 〒619-0224 京都府 相楽郡 木津町兜台5-1-1 2-5-301 Kyoto (JP). 堀山 真 (HORIYAMA, Makoto) [JP/JP]; 〒630-8133 奈良県 奈良市 大安寺7-4-1 7-203 Nara (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-182029 2002年6月21日 (21.06.2002) JP (74) 代理人: 原 謙三, 外 (HARA, Kenzo et al.); 〒530-0041 大阪府 大阪市 北区天神橋2丁目北2番6号 大和南森町ビル 原謙三国際特許事務所 Osaka (JP).
特願2002-310666 2002年10月25日 (25.10.2002) JP
特願2003-10093 2003年1月17日 (17.01.2003) JP (81) 指定国 (国内): CN, US.
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シャープ株式会社 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 添付公開書類:
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL PICKUP SPHERICAL ABERRATION COMPENSATING METHOD, OPTICAL PICKUP SPHERICAL ABERRATION FOCUS OFFSET COMPENSATING METHOD, AND OPTICAL PICKUP DEVICE

(54) 発明の名称: 光ピックアップの球面収差補償方法、光ピックアップの球面収差合焦ずれ補償方法および光ピックアップ装置



4...LIQUID CRYSTAL DRIVER
1...FOCUS ERROR GENERATING CIRCUIT
2...TRACKING ERROR GENERATING CIRCUIT

3...RF SIGNAL GENERATING CIRCUIT
10...RF DEMODULATING CIRCUIT
50...CONTROL CIRCUIT
A...RF DATA

(57) Abstract: An optical pickup (20) projects a read laser beam onto an optical disk (40) rotated by a spindle motor (30) and receives the reflected beam. The laser beam emitted from a laser generating device (21) is transmitted through a liquid crystal panel (25) provided to correct the spherical aberration due to the thickness variation of a transmitting substrate of the optical disk and directed to an objective (26). A control circuit (50) varies a spherical aberration correct signal (SA) to take samples in a region where the variation of the output of an optical sensor (31) is large and to determine the position of the apex of an approximation curve by calculation as a correction value. Thus, the correction value for correcting the spherical aberration due to the thickness variation of the optical disk can be accurately determined in a short time.

[続葉有]



- 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

光ピックアップ（20）は、スピンドルモータ（30）によって回転される光ディスク（40）に読取ビーム光を照射し、その反射光を受光する。レーザ発生素子（21）から発生されるレーザビーム光は、光ディスクの透過基板の厚さ誤差に伴う球面収差を補正すべく設けられる液晶パネル（25）を透過して対物レンズ（26）に導出される。制御回路（50）は、球面収差補正信号SAを変化させて、光検出器（31）の出力変化の大きい領域で複数のサンプリングを行い、演算処理で近似曲線上の頂点位置を求めて補正量とする。これにより、光ディスクの厚み誤差により発生する球面収差を補正するための補正量を短時間で正確に検出できる。

明 細 書

光ピックアップの球面収差補償方法、光ピックアップの球面収差合焦ずれ補償方法および光ピックアップ装置

技術分野

5 本発明は、コンパクトディスク（CD）、レーザーディスク（LD）、デジタル多用途ディスク（DVD）等の光学式記録媒体に記録再生を行うための光ピックアップの球面収差補償方法、光ピックアップの球面収差合焦ずれ補償方法および光ピックアップ装置に関するものである。

10 背景技術

従来から、CD、LD、DVD等の再生専用型光ディスクの再生を行う光学的再生装置や、追記型、書き換え可能型等の光ディスクであるCD-R、CD-RW、DVD-R、DVD-RW、DVD-RAM、ミニディスク（MD）等に記録再生を行う光学的記録再生装置には、記録
15 再生用に光ピックアップ装置が使用されている。

光学式記録媒体としての光ディスクには、その記録面を保護すべく、所定の厚さの透過基板が上記記録面を覆うように形成されている。情報読取手段としての光ピックアップは、この透過基板を介して記録面に読
20 取ビーム光を照射した際の反射光量によって、かかる光ディスクから記録情報の読取りを行うようにしている。

しかしながら、製造上において、全ての光ディスクの透過基板の厚さを規定値に形成させることは困難であり、通常、数十 μ mあるいは数 μ

mの厚さ誤差が生じてしまう。そのため、かかる透過基板の厚さ誤差によって球面収差が発生する。球面収差が生じると、情報読取信号および／またはトラッキングエラー信号の振幅レベルが著しく低下する場合があります、情報読取精度を低下させてしまうという問題が生じる。つまり、

5 光ディスクが交換されると、前記透過基板の厚みが変わるので、前記球面収差が変化し、そのままでは情報読取精度を低下させてしまうという問題がある。

この問題に対して、光学系に生じている球面収差量に応じた分だけ同球面収差の補正を行う球面収差補正手段と、前記補正量を変更しつつ前

10 記トラッキングエラー信号の振幅レベルを検出しその振幅レベルが最大となった時の前記補正量を最終的な球面収差補量として球面収差補正手段に供給し、球面収差を補正する方法が、例えば特許文献1：日本国公開特許公報「特開2001-222838公報」（公開日2001年08月17日））に開示されている。

15 上記の球面収差補正手段としては、復屈折特性を有する液晶が充填されている液晶層上に円環状の透明電極が形成されている液晶パネルを用い、透明電極に印加する電位に応じて補正量を変えるようにしている。球面収差補正手段としての液晶パネルは、レーザ発生素子の光軸上に配置され、レーザ発生素子から発生されるレーザビーム光の波面に位相差

20 を持たせて透過出力させてから、このレーザビーム光を光ディスクの記録面上に集光させるようにしている。

また、特許文献2：日本国公開特許公報「特開2000-11388公報」（公開日：2000年1月14日）では、光ディスクに予め記録されているプリピットデータをリファレンス信号として、光学系に生じ

ている球面収差量に応じた分だけ該球面収差の補正を行い、その補正量を変更しつつ、前記リファレンス信号の振幅レベルを検出し、その振幅レベルが最大となった時の前記補正量を最終的な球面収差補量とし、球面収差を補正する方法が開示されている。

5 一方、特許文献 2 に記載の従来技術では、プリピット信号がないディスクに対しては適用できないという問題がある。また、前記プリピット信号は、セクタマークなど、一般にデータ量としては少なく、その少ないデータ領域だけで正確に球面収差の補正量を検出できない可能性がある。さらにまた、前記追記型や書換え可能型等の書込み可能な光ディスク
10 において、前記プリピット領域ではピット部で光が回折して反射光量が減るか減らないかの違いで記録されるのに対して、記録領域では記録部の吸収が増えたかどうか（濃淡信号）で記録されるので、厳密には記録のメカニズムが異なり、前記プリピット信号から得られたデータを記録領域の補正に用いても、正しく補正を行えない可能性が高い。

15 そこで、前記書込み可能な光ディスクに対するオフセット補正の代表として、特許文献 3：日本国公開特許公報「特開昭 6 4 - 2 7 0 3 0 号公報」（公開日：1 9 8 9 年 1 月 3 0 日）では、光ディスクに対する最適な記録パワー、フォーカスオフセットを補正する方法として、情報読取信号をリファレンス信号とし、セクタ毎に記録パワーを変えて記録し
20 、その後一度に再生して最良に再生できたセクタを検出し、そのセクタの記録パワーを最適値としている。

ところが、前述の特許文献 1 に開示されている方法では、トラッキングエラー信号の振幅レベルが最大となる時の補正量を検出するために、球面収差補正手段で変更可能な補正量の全範囲を探索する必要があり、

補正量を確定するまで時間がかかるという課題がある。さらに球面収差がある程度以上小さくなると、トラッキングエラー信号の振幅レベルの変化が小さくなるため、ノイズ、外乱等の影響により振幅最大値が精度よく検出できなくなってしまうという課題がある。

- 5 また、特許文献 3 に記載の従来技術では、複数の記録パワーで複数セクタに記録し、その総てのセクタを再生し、最適補正量を求めるので、時間がかかるという問題がある。

10 一方、前記プリピット信号以外の信号として、光ピックアップがトラックを横切る際に得られるトラッククロス信号を、前記リファレンス信号として用いることが考えられる。しかしながら、そのような手法では、球面収差やフォーカスオフセットが残った状態でも、信号レベルが最大になることがあり、最適状態に収束させられないという問題がある。

15 この点について、図 18 を用いて詳しく説明する。図 18 は、球面収差とフォーカスオフセットとの 2 種類のパラメータに対するリファレンス信号の信号レベルを、本件発明者が測定した結果を示すグラフである。光ディスクとしては、前記透過基板の厚さが 0.1 mm、材質がポリカーボネイトのものをを用い、トラックピッチが 0.32 μ m、ディスク溝深さが 21 nm であり、測定ピックアップとしては、レーザー波長が 405 nm、対物レンズの NA は 0.85 のものをを用いた。

20 この図 18 は、横軸を球面収差量とし、 $-80\text{ m}\lambda \sim +80\text{ m}\lambda$ の範囲で 6 点、縦軸をフォーカスオフセット量とし、 $-0.22 \sim +0.22\text{ }\mu\text{m}$ の範囲で 11 点、合計 66 のデータポイントによる 2 次元マップで、トラッククロス信号の最大振幅値を表したものである。なお、 $\text{m}\lambda$ は、一般に収差量を表す単位で、 λ は、レーザー発振波長を表し、1 m

$\lambda = 0.001\lambda$ であり、たとえば代表的な青色レーザーの場合、前記 405 nm である。

この図 18 から明らかなように、球面収差およびフォーカスオフセットともに、0 以外のデータポイントでもリファレンス信号が最大レベルになっている。すなわち、0 点を含む右下がりの領域である。すなわち、これは、レンズ間距離が最適でなく、かつピントが合っていないくても、リファレンス信号が最大レベルになってしまうことを表している。したがって、このようなトラッククロス信号を用いて、球面収差やフォーカスオフセットを正確に測定することはできない。

本発明の目的は、ノイズ、外乱等の影響を受けることなく、正確な最適収差補正量での補正を、短時間で行うことができる光ピックアップの球面収差補償方法および光ピックアップ装置を提供することである。

本発明の他の目的は、書込み可能な光ディスクに対する球面収差およびフォーカスオフセットの補正を、短時間で、かつ正確に行うことができる光ピックアップの球面収差合焦ずれ補償方法およびその補償機能を備える光ピックアップ装置を提供することである。

発明の開示

本発明の光ピックアップ装置は、集光されたビーム光を光学記録媒体の記録面に照射し、該記録面からの反射光量によって記録情報の読取りを行うとともに、補正手段にて、光学系に生じる第 1 の球面収差を、これを相殺する第 2 の球面収差を発生させて補正する光ピックアップ装置において、前記補正手段は、光学記録媒体の記録面上での集光スポットのもつ球面収差量が $P-V$ 値で波長 λ の $1/4$ 以上、あるいは標準偏差

が波長 λ の $1/14$ 以上となる範囲にて、少なくとも2つ以上の異なる量の第2の球面収差を発生可能であり、前記補正手段に該2つ以上の異なる量の第2の球面収差を発生させ、これら各球面収差量における反射光量を受光して得られるリファレンス信号の評価値に基づく数値演算にて、第1の球面収差を補正するための最適収差補正量を計算し、該最適収差補正量にて前記補正手段が補正を行うように制御する制御手段を含むことを特徴としている。

また、本発明の光ピックアップの球面収差補償方法は、集光されたビーム光を光学記録媒体の記録面に照射し、該記録面からの反射光量によって記録情報の読取りを行う際に、光学系に生じる第1の球面収差を、これを相殺する第2の球面収差を発生させて補正する光ピックアップの球面収差合焦ずれ補償方法において、光学記録媒体の記録面上での集光スポットのもつ球面収差量がP-V値で波長 λ の $1/4$ 以上、あるいは標準偏差が波長 λ の $1/14$ 以上となる範囲にて、少なくとも2つ以上の異なる量の第2の球面収差を発生するステップと、これら各球面収差量における反射光量を受光して得られるリファレンス信号の評価値に基づく数値演算にて、第1の球面収差を補正するための最適収差補正量を計算するステップと、該最適収差補正量にて第1の球面収差を補正するステップとを備えていることを特徴としている。

本発明に従えば、補正手段が発生させる第2の球面収差の値がP-V値で波長 λ の $1/4$ 以上の範囲、あるいは標準偏差が波長 λ の $1/14$ 以上となる範囲であるため、これら第2の球面収差で補正を行って、光学記録媒体の記録面からの反射光量を受光して得られるリファレンス信号としては、リファレンス信号の評価値の変化の特性上、補正量の変化

に対する評価値変化の感度の高い部分を利用することができる。

また、最適収差補正量の算出は、ピーク値あるいはボトム値の検出と
いった方法を探らずに、数値演算によって計算するので、各第2の球面
収差とそのときのそれぞれのリファレンス信号を用いて数値演算によっ
て計算される最適収差補正量は、ノイズ、外乱等の影響を受けることな
く、単一の値の特定が可能となり、より正確な最適収差補正量を検出す
ることができる。

また、第2の球面収差量を発生してリファレンス信号に基づく数値演
算を行うための測定のポイントは少なくとも2点でよい。従来によ
うに変更可能な球面収差量の全範囲に渡って測定する必要がなく、球面
収差補正に係わる測定時間の短縮を図ることができる。

また本発明で、前記制御手段は、前記数値演算において、前記補正手
段が発生する2つ以上の異なる量の第2の球面収差とこれら第2の球面
収差に対する前記評価値とから近似曲線を計算し、該近似曲線のピーク
あるいはボトム位置を前記最適収差補正量とする構成としてもよい。

本発明に従えば、実際のリファレンス信号の評価値では、球面収差補
正量の変化に対するピークあるいはボトムがはっきりしない場合でも、
近似曲線を計算して、仮想的なピークあるいはボトムを一意に特定でき
るため、最適収差補正量を一意に決定することができる。

また本発明で、前記近似曲線は、多項式近似曲線である構成としても
よい。

本発明に従えば、近似曲線は多項式近似曲線であるため、演算式が比
較的簡単になり、演算回路規模あるいは演算用のソフトウェアが比較的
小さいボリュームで実現可能となる。

また本発明で、前記制御手段は、前記補正手段に、2つの異なる量の第2の球面収差を、 $P-V$ 値で波長 λ の $1/2$ 以上離れ、かつ各第2の球面収差に対する前記評価値がほぼ等しくなるように発生させ、前記数値演算として前記2つの球面収差量についての平均値演算を行い、前記最適収差補正量として、該平均値演算によって得られる平均値を用いる構成としてもよい。

本発明に従えば、補正手段は2つの異なる量の第2の球面収差を、各球面収差量に対応して得られるリファレンス信号の評価値がほぼ等しい値となるように発生させる。数値演算は、2つの異なる量の第2の球面収差の平均値演算であり、最適収差補正量は2つの異なる量の第2の球面収差の平均値とするので、正確な最適収差補正量を算出することが可能となる。

また本発明で、前記制御手段は、前記補正手段に、第1の量の第2の球面収差を発生させ、さらにそのときに得られるリファレンス信号の評価値とほぼ等しい評価値となるリファレンス信号が得られ、該第1の量の第2の球面収差と $P-V$ 値で波長 λ の $1/2$ 以上離れる第2の量の第2の球面収差を発生させ、前記数値演算として第1および第2の量の第2の球面収差についての平均値演算を行い、前記最適収差補正量として、該平均値演算によって得られる平均値を用いる構成としてもよい。

本発明に従えば、補正手段は第1の量の第2の球面収差を発生させ、さらにそのときに得られるリファレンス信号の評価値とほぼ等しい評価値が得られ、第1の量の第2の球面収差と $P-V$ 値で波長 λ の $1/2$ 以上離れる第2の量の第2の球面収差を発生させる。数値演算は、2つの量の第2の球面収差に基づく平均値演算として、平均値演算によって得

られる平均値を用いることによって、正確な最適収差補正量を算出することが可能となる。

なお、リファレンス信号が光学記録媒体の記録面から読出す情報信号で、その評価値が振幅レベルであることを特徴とするならば、光ピックアップ装置として品質を確保しなければならない情報信号を直接リファレンス信号とするため、より正確な球面収差の補正を実現することができる。

また、リファレンス信号がトラッキングエラー信号で、その評価値が振幅レベルであることを特徴とするならば、信号振幅が大きく感度の高いトラッキングエラー信号をリファレンス信号とするため、ノイズ、外乱等の影響を受け難くすることができる。

さらに、リファレンス信号が情報信号で、その評価値がジッターであることを特徴とするならば、情報信号品質と相関性の高いジッターを評価値とするため、正確な球面収差の補正を実現することができる。

また、リファレンス信号が情報信号で、その評価値がエラーレートであることを特徴とするならば、情報信号品質と相関性の高いエラーレートを評価値とするため、正確な球面収差の補正を実現することができる。

また本発明で、前記補正手段は、複屈折特性を有する液晶が充填された液晶層上に円環状の透明電極が形成されている液晶パネルと、前記2以上の異なる量の第2の球面収差に対応する電位を該透明電極に印加する液晶駆動回路とを含む構成としてもよい。

本発明に従えば、液晶層に電界を形成し、液晶の有する複屈折特性に基づいて、所望の球面収差量を機械的な動きなしに即座に発生すること

ができるため、球面収差量を正確に管理することができる。

また本発明で、前記補正手段は、1組のレンズを含むビームエキスパンダであり、該1組のレンズのレンズ間隔を変えることによって、第2の球面収差を発生可能である構成としてもよい。

5 本発明に従えば、補正手段であるビームエキスパンダは、ビーム光を集光する対物レンズとの相対位置ずれの影響が小さいため、光ピックアップ装置への組込み調整を比較的容易に行うことができる。

10 また本発明で、前記補正手段は、前記光学記録媒体の記録面に照射されるビーム光と、該記録面からの反射光とが透過する光路に配置される構成としてもよい。

15 本発明に従えば、補正手段から発生する球面収差量での補正は、光学記録媒体の記録面に照射されるビーム光が透過し、記録面からの反射光も透過する光路で行うので、照射光と反射光とに対して二重に補正することができ、各球面収差量で2倍の球面収差量に相当する補正を行うことができる。

20 また本発明で、前記制御手段は、前記補正手段に、第1の量の第2の球面収差を発生させ、さらにそのときに得られるリファレンス信号の評価値とほぼ等しい評価値となるリファレンス信号が得られるように第2の量の第2の球面収差を発生させ、前記数値演算として第1および第2の量の第2の球面収差についての平均値演算を行い、前記最適収差補正量として、該平均値演算によって得られる平均値を用い、第1および第2の量は最大信号振幅より5%以上小さい構成としてもよい。

 本発明に従えば、第1および第2の量の第2の球面収差を、ピーク振幅である最大信号振幅よりも5%以上小さくなるように発生させ、リフ

ァレンス信号の評価値をほぼ等しくして、最適収差補正量を平均値演算によって計算するので、正確な補正を行うことができる。

また本発明で、前記制御手段は、フォーカスオフセットを調整する前の段階にて、前記補正手段に、第1の量の第2の球面収差を発生させ、
5 さらにそのときに得られるリファレンス信号の評価値とほぼ等しい評価値となるリファレンス信号が得られるように第2の量の第2の球面収差を発生させ、前記数値演算として第1および第2の量の第2の球面収差についての平均値演算を行い、前記最適収差補正量として、該平均値演算によって得られる平均値を用い、第1および第2の量は最大信号振幅
10 より10%以上小さい構成としてもよい。

本発明に従えば、第1および第2の量の第2の球面収差を、ピーク振幅である最大信号振幅よりも10%以上小さくなるように発生させ、リファレンス信号の評価値をほぼ等しくして、最適収差補正量を平均値演算によって計算するので、最適収差補正量を精度良く計算して、正確な
15 補正を行うことができる。

本発明の光ピックアップの球面収差合焦ずれ補償方法は、集光されたビーム光を光学記録媒体の記録面に照射し、該記録面からの反射光量によって記録情報の読取りを行う際に、光学系に生じる球面収差およびフォーカスオフセットを補償する光ピックアップの球面収差合焦ずれ補償
20 方法において、前記記録媒体に予め定める記録パワーで信号を記録するステップと、前記反射光から前記記録情報を再生するステップと、フォーカスオフセットと球面収差との何れか一方を第1補正対象、他方を第2補正対象としたときに、予め定める第2補正対象を有した状態で、第1補正対象を発生させ、該第1補正対象を変化させるステップと、前記

第1補正対象が最小となるときの第1補正対象の発生状態を検出する最適第1補正対象検出ステップと、前記最小の第1補正対象の発生状態で、第2補正対象を発生させ、該第2補正対象量を変化させるステップと、前記第2補正対象が最小となるときの第2補正対象の発生状態を検出する最適第2補正対象検出ステップと、前記第1補正対象検出ステップ
5 および最適第2補正対象検出ステップによって得られた球面収差およびフォーカスオフセット量を用いて球面収差およびフォーカスオフセットの補償を行うことを特徴としている。

本発明の光ピックアップの球面収差合焦ずれ補償方法は、集光された
10 ビーム光を光学記録媒体の記録面に照射し、該記録面からの反射光量によって記録情報の読取りを行う際に、光学系に生じる球面収差およびフォーカスオフセットを補償する方法において、前記記録媒体に予め定める記録パワーで信号を記録するステップと、前記反射光から前記記録情報を再生するステップと、予め定めるフォーカスオフセットを有した状態
15 で、球面収差を発生させ、該球面収差量を変化させるステップと、前記球面収差が最小となるときの球面収差発生状態を検出する最適球面収差検出ステップと、前記最小の球面収差発生状態で、フォーカスオフセットを発生させ、該フォーカスオフセット量を変化させるステップと、前記フォーカスオフセットが最小となるときのフォーカスオフセット発生状態を検出する最適フォーカスオフセット検出ステップと、前記最適
20 球面収差検出ステップおよび最適フォーカスオフセット検出ステップによって得られた球面収差量およびフォーカスオフセット量を用いて球面収差およびフォーカスオフセットの補償を行うことを特徴とする。

また、本発明の光ピックアップの球面収差合焦ずれ補償方法は、集光

されたビーム光を光学記録媒体の記録面に照射し、該記録面からの反射光量によって記録情報の読取りを行う際に、光学系に生じる球面収差およびフォーカスオフセットを補償する方法において、前記記録媒体に予め定める記録パワーで信号を記録するステップと、前記反射光から前記記録情報を再生するステップと、予め定める球面収差を有した状態で、フォーカスオフセット発生させ、該フォーカスオフセット量を変化させるステップと、前記フォーカスオフセットが最小となるときのフォーカスオフセット発生状態を検出する最適フォーカスオフセット検出ステップと、前記最小のフォーカスオフセット発生状態で、球面収差を発生させ、該球面収差量を変化させるステップと、前記球面収差が最小となるときの球面収差発生状態を検出する最適球面収差検出ステップと、前記最適フォーカスオフセット検出ステップおよび最適球面収差検出ステップによって得られた球面収差量およびフォーカスオフセット量を用いて球面収差およびフォーカスオフセットの補償を行うことを特徴とする。

上記の構成によれば、光ピックアップの球面収差および合焦ずれを補償するにあたって、本件発明者は、球面収差とフォーカスオフセットとの2つをパラメータとして、それぞれを変化させ、何れか一方が最適値でなくても、それに影響なく、何れか他方の最適値を求めることができることに着目した。

そこで、再生を行いつつ、先ず球面収差を掃引して最適球面収差量を検出し、続いて、その最適球面収差量を用いて、フォーカスオフセットを掃引して最適フォーカスオフセット量を検出する。あるいは、再生を行いつつ、先ずフォーカスオフセットを掃引して最適フォーカスオフセット量を検出し、続いて、その最適球面収差量を用いて、球面収差を掃

引して最適球面収差量を検出する。

こうして、書込み可能な光ディスクに対して、球面収差およびフォーカスオフセットの補償を、短時間で、かつ正確に行うことができる。

さらにまた、本発明の光ピックアップの球面収差合焦ずれ補償方法は、再生された信号の振幅が最大になるような球面収差および／またはフォーカスオフセットを発生させることを特徴とする。

上記の構成によれば、光ピックアップ装置として品質を確保しなければならない記録情報の再生信号を直接リファレンス信号とするので、正確な補償を行うことができるとともに、複雑な信号処理を必要とせず、簡単な回路で実現することができる。

また、本発明の光ピックアップの球面収差合焦ずれ補償方法は、再生された信号のジッターが最小になるような球面収差および／またはフォーカスオフセットを発生させることを特徴とする。

上記の構成によれば、光ピックアップ装置として品質を確保しなければならない記録情報の品質と相関性の高いジッターをリファレンス信号とするので、信号処理が比較的シンプルで、かつより精度の高い補償を行うことができる。

さらにまた、本発明の光ピックアップの球面収差合焦ずれ補償方法は、再生された信号のエラーレートが最小になるような球面収差および／またはフォーカスオフセットを発生させることを特徴とする。

上記の構成によれば、光ピックアップ装置として品質を確保しなければならない記録情報の品質と相関性の高いエラーレートをリファレンス信号とするので、最も精度が高く、感度が高い補償を行うことができる。

また、本発明の光ピックアップ装置は、集光されたビーム光を光学記録媒体の記録面に照射し、該記録面からの反射光量によって記録情報の読取りを行う際に、光学系に生じる球面収差およびフォーカスオフセットを相殺する球面収差およびフォーカスオフセットを発生させて補償する補償装置を具備する光ピックアップ装置において、前記補償装置は、前記光学記録媒体に予め記録されている記録条件を検出する記録条件検出手段と、前記記録条件検出手段で検出した記録条件に従い、光学記録媒体のテストライト領域に予め定める信号をテストライトするテストライト手段と、前記テストライト領域からの再生信号を用いて、フォーカスオフセットと球面収差との何れか一方を第1補正対象、他方を第2補正対象としたときに、予め定める第2補正対象を有した状態で、第1補正対象を発生させ、該第1補正対象を変化させる処理、前記第1補正対象が最小となるときの第1補正対象の発生状態を検出する最適第1補正対象検出処理、前記最小の第1補正対象の発生状態で、第2補正対象を発生させ、該第2補正対象量を変化させる処理、前記第2補正対象が最小となるときの第2補正対象の発生状態を検出する最適第2補正対象検出処理、および前記第1補正対象検出処理および最適第2補正対象検出処理によって得られた球面収差量およびフォーカスオフセット量を用いて球面収差およびフォーカスオフセットを補償する処理を行う補償手段とを含むことを特徴としている。

上記の構成によれば、前記球面収差およびフォーカスオフセットの補正を行うにあたって、先ず記録条件検出手段が、リードイン情報などから光学記録媒体の記録条件を検出し、その記録条件に従い、テストライト手段がテストライト領域にデータをテストライトし、そのテストライ

ト領域からの再生信号を用いて、補償手段が、上述のような方法によって、前記球面収差およびフォーカスオフセットの補償を行う。

したがって、書込み可能な光ディスクに対して、球面収差およびフォーカスオフセットのオフセット補償を、短時間で、かつ正確に行うことができる光ピックアップ装置を実現することができる。

さらにまた、本発明の光ピックアップ装置では、前記補償手段は、1組のレンズを含むビームエキスパンダであり、該1組のレンズのレンズ間隔を、前記最適球面収差検出ステップによって得られた球面収差量に対応させることを特徴とする。

上記の構成によれば、組立て調整精度が比較的緩く容易に組立てることができるとともに、前記球面収差の補償中、常時電圧を加え続ける必要がなく、低消費電力化を図ることができる。

また、本発明の光ピックアップ装置では、前記補償手段は、複屈折特性を有する液晶が充填された液晶層上に円環状の透明電極が形成されている液晶パネルと、前記透明電極に、前記最適球面収差検出ステップによって得られた球面収差量に対応する電位を印加する液晶駆動回路とを含むことを特徴とする。

上記の構成によれば、可動部がないので、ピックアップに外乱が乗ることはない。

本発明のさらに他の目的、特徴、および優れた点は、以下に示す記載によって十分わかるであろう。また、本発明の利益は、添付図面を参照した次の説明で明白になるであろう。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の実施の一形態としての光ピックアップ装置の概略的な構成を示すブロック図である。

図 2 は、図 1 の実施形態で、収差補正手段として用いる液晶パネルの構造を示す平面図である。

5 図 3 は、図 1 の光検出器の受光面の構造を示す図である。

図 4 は、図 1 の実施形態で、球面収差量と R F レベルとの関係を示すグラフである。

図 5 は、図 1 の実施形態で、球面収差補正サブルーチンの動作手順を示すフローチャートである。

10 図 6 は、本発明の実施の他の形態としての光ピックアップ装置の概略的な構成を示すブロック図である。

図 7 は、図 6 の実施形態で、球面収差量と R F レベルとの関係を示すグラフである。

15 図 8 は、図 6 の実施形態で、収差補正手段としてのビームエキスパンダを用いる球面収差補正サブルーチンの動作手順を示すフローチャートである。

図 9 は、基板厚さずれとフォーカスオフセットとがある場合に発生する波面収差の計算結果を示すグラフである。

20 図 10 は、6 種類の記録条件で記録した R F ランダムデータを再生したときに、R F 最大信号振幅の変化を測定した結果を示すグラフである。

図 11 は、6 種類の記録条件で記録した R F ランダムデータをフォーカスオフセットが +0.14 μm 残留している状態で再生したときに、R F 最大信号振幅の変化を測定した結果を示すグラフである。

図 1 2 は、本発明の実施の第 3 形態で、球面収差量と R F レベルとの関係を示すグラフである。

図 1 3 は、図 1 2 の関係に基づいて、ビームエキスパンダを用いる球面収差補正サブルーチンの動作手順を示すフローチャートである。

5 図 1 4 (a) (b) は、本発明の実施のさらに他の形態の光ピックアップ装置に関し、球面収差とフォーカスオフセットとがない状態でテストライトを行い、再生した信号における両者の関係を測定した結果を示す図である。

10 図 1 5 (a) (b) は、本発明の実施のさらに他の形態の光ピックアップ装置に関し、前記球面収差とフォーカスオフセットとがある状態でテストライトを行い、再生した信号における両者の関係を測定した結果の一例を示した図である。

15 図 1 6 (a) (b) は、本発明の実施のさらに他の形態の光ピックアップ装置に関し、前記球面収差とフォーカスオフセットとがある状態でテストライトを行い、再生した信号における両者の関係を測定した結果の他の例を示した図である。

図 1 7 は、本発明の実施のさらに他の形態の光ピックアップ装置において、球面収差とフォーカスオフセットとを補正するフローチャートの一例を示した図である。

20 図 1 8 は、球面収差とフォーカスオフセットとの関係を測定したグラフである。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を図面を参照しつつ詳細に説明する。各実

施形態で、相互に対応する部分は同一の参照符を付し、重複する説明を省略している場合がある。

〔実施の形態 1〕

図 1 は、本発明の実施の第 1 形態としての光ピックアップ装置の構成を示す。図 1 において、ピックアップ 20 は、スピンドルモータ 30 によって回転駆動される光学式記録媒体としての光ディスク 40 に読取ビーム光を照射し、その反射光を受光する。この際、スピンドルモータ 30 は、上記光ディスク 40 を 1 回転させる度に回転信号 R T を発生し、これを制御回路 50 に供給する。ピックアップ 20 は、上述した如く光ディスク 40 に読取ビーム光を照射した際の反射光を受光し、これを電気信号に変換したものを、フォーカスエラー生成回路 1、トラッキングエラー生成回路 2、および R F 信号生成回路 3 の各々に供給する。

ピックアップ 20 は、レーザ発生素子 21、コリメートレンズ 22、ビームスプリッタ 23、 $\lambda/4$ 板 24、液晶パネル 25、対物レンズ 26、フォーカシングトラッキングアクチュエータ 27、集光レンズ 28、シリンドリカルレンズ 29 および光検出器 31 から構成されている。レーザ発生素子 21 は、所定の光パワーを有するレーザビーム光を発生する。かかるレーザビーム光は、光ディスク 40 の透過基板の厚さ誤差に伴う球面収差（第 1 の球面収差）を補正すべく設けられる液晶パネル 25 を透過して、対物レンズ 26 に導出される。液晶パネル 25 は、補正手段として機能し、制御手段として機能する制御回路 50 から液晶ドライバ 4 に与えられる球面収差補正信号 S A に基づいて駆動される。

図 2 は、前述のレーザビーム光の光軸方向から眺めた液晶パネル 25 の構造を示す。図 2 に示されるように、液晶パネル 25 は、円形の透明

電極 E 1、円環状の透明電極 E 2、および複屈折特性を有する液晶分子が充填された液晶層 C L とからなる。透明電極 E 1 の直径は、対物レンズ 2 6 のレンズ径が $3000\ \mu\text{m}$ である場合に、たとえば約 $1600\ \mu\text{m}$ であり、透明電極 E 2 の外径は約 $2800\ \mu\text{m}$ である。なお、透明電極 E 1 および E 2 の中心軸は、ともにレーザービーム光の光軸中心上となるように配置される。透明電極 E 1 には所定の電位として、たとえば 2 ボルトが固定印加されており、透明電極 E 2 には液晶ドライバ 4 からの液晶駆動電位 C V が印加される。この際、液晶層 C L 内に充填されている液晶分子のうち、透明電極 E 2 に覆われた円環状の領域に存在する液晶分子のツイスト角が液晶駆動電位 C V に応じた分だけ推移する。よって、図 2 に示されるようにレーザービーム光によるビームスポット S P T が液晶パネル 2 5 に照射されると、透明電極 E 2 に覆われた領域を透過する光と、他の領域を透過する光とに液晶駆動電位 C V に応じた分の位相差が生じる。つまり、液晶パネル 2 5 は、レーザー発生素子 2 1 から供給されるレーザービーム光の波面に、前述のような位相差をもたせて透過出力するのである。

かかる動作により、液晶パネル 2 5 は、光ディスク 4 0 の透過基板厚のバラツキによる球面収差（第 1 の球面収差）の補正を行う。このように液晶パネル 2 5 による球面収差補正では、透過基板厚のバラツキによる球面収差を相殺しうる所望の球面収差量（第 2 の球面収差）を機械的な動きなしに即座に発生することができるため、補正のための球面収差量を正確に管理することができる。対物レンズ 2 6 は、液晶パネル 2 5 から供給されるレーザービーム光を、前述の読取ビーム光として、光ディスク 4 0 の記録面に形成されている記録トラック上に集光する。

フォーカシングについては、フォーカシングトラッキングアクチュエータ 27 が、対物レンズ 26 をサーボループスイッチ 5 を介して供給されるフォーカス駆動信号 F に応じた分だけ、光ディスク 40 の記録面に対する垂直方向、いわゆるフォーカス調整軌道上において移動せしめる

5

。トラッキングについては、フォーカシングトラッキングアクチュエータ 27 が、サーボループスイッチ 6 を介して供給されるトラッキング駆動信号 T に応じた分だけ、対物レンズ 24 の光軸を光ディスク 40 のディスク半径方向に振る。

10 図 3 は、光検出器 31 の受光面を示す図である。読取ビーム光を光ディスク 40 の記録トラック上に照射して得られる反射光は、対物レンズ 26、液晶パネル 25 および $\lambda/4$ 板 24 を透過し、ビームスプリッター 23 で方向を変えて、集光レンズ 28 およびシリンドリカルレンズ 29 を介して光検出器 31 の受光面に照射される。光検出器 31 は、トラック方向に対して図の如く配列された 4 つの独立した受光素子 A ~ D を
15 備えている。受光素子 A ~ D は、光ディスク 40 からの反射光を受光して電気信号に変換したものを光電変換信号 RA ~ RD としてそれぞれ出力する。

フォーカスエラー生成回路 1 は、光検出器 31 の受光素子 A ~ D のうちで、互いに対角に配置されている受光素子同士の出力和をそれぞれ求め、両者の差分値をフォーカスエラー信号 FE として減算器 7 に供給する。すなわち、フォーカスエラー生成回路 1 は、

20

$$FE = (RA + RC) - (RB + RD)$$

なるフォーカスエラー信号 FE を減算器 7 に供給するのである。減算器

7 は、かかるフォーカスエラー信号 F E から、制御回路 5 0 から供給されたフォーカス調整軌道上位置信号 F P を減算して得るフォーカスエラー信号 F E ' をサーボループスイッチ 5 に供給する。サーボループスイッチ 5 は、制御回路 5 0 から供給されたフォーカスサーボスイッチ信号 F S に応じて、オン状態またはオフ状態となる。

たとえば、サーボループスイッチ 5 は、フォーカスサーボ・オフを示す論理レベル " 0 " のフォーカスサーボスイッチ信号 F S が供給される場合にはオフ状態となる。一方、フォーカスサーボ・オンを示す論理レベル " 1 " のフォーカスサーボスイッチ信号 F S が供給される場合には
10 オン状態となり、上記フォーカスエラー信号 F E ' に応じたフォーカス駆動信号 F をフォーカシングトラッキングアクチュエータ 2 7 に供給開始する。すなわち、ピックアップ 2 0、フォーカスエラー生成回路 1、減算器 7、およびサーボループスイッチ 5 なる系により、いわゆるフォーカスサーボループを形成しているのである。かかるフォーカスサーボ
15 ループにより、対物レンズ 2 6 は、フォーカス調整軌道上位置信号 F P に応じたフォーカス調整軌道上の位置に保持される。

トラッキングエラー生成回路 2 は、光検出器 3 1 の受光素子 A ~ D のうちで、トラック方向に隣接配置されている受光素子同士の出力和をそれぞれ求め、両者の差分値をトラッキングエラー信号としてサーボループ
20 プスイッチ 6 に供給する。すなわち、 $(R A + R D)$ と $(R B + R C)$ との差をトラッキングエラー信号として求めるのである。サーボループスイッチ 6 は、制御回路 5 0 から供給されたトラッキングサーボスイッチ信号 T S に応じてオン状態またはオフ状態となる。

たとえば、サーボループスイッチ 6 は、トラッキングサーボ・オンを示

す論理レベル” 1 ” のトラッキングサーボスイッチ信号 TS が供給される場合にはオン状態となり、トラッキングエラー信号に応じたトラッキング駆動信号 T をトラッキングアクチュエータ 27 に供給開始する。一方、トラッキングサーボ・オフを示す論理レベル” 0 ” のトラッキング

5 サーボスイッチ信号 TS が供給される場合にはオフ状態となる。この際、フォーカシングトラッキングアクチュエータ 27 にはトラッキング駆動信号 T の供給がなされない。

RF 信号生成回路 3 は、光電変換信号 RA ～ RD を互いに加算して得る加算結果を、光ディスク 40 に記録されている情報データに対応する

10 情報読取信号として求め、これを情報データ復調用の RF 復調回路 10 および制御回路 50 にそれぞれ供給する。RF 復調回路 10 は、かかる情報読取信号に対して所定の復調処理を施すことにより、情報データを再生し、これを再生情報データである RF データとして出力する。

図 4 は、図 1 に示す光ピックアップ装置に球面収差が残っている場合に、球面収差を補正していくときの情報読取信号の RF レベルの変化を示す。図において横軸に装置のもつ球面収差量の P - V 値、縦軸に情報読取信号の RF レベルをとると、球面収差が 0 の場合に RF レベルは最大となる。ただし、その球面収差量が球面収差が 0 の位置に対して光学特性の評価基準値以下である領域では、の変化量が極めて少なくなる。

20 この評価基準値としてよく知られているのは、光源波長を λ として波面収差の最大値が $\lambda / 4$ 以下であるレイリー (Rayleigh) リミット、あるいは波面収差の標準偏差が $\lambda / 14$ 以下である SD (Strehl Definition: シュトレールディフィニション) であり、これらの場合の集光ビームは、ほぼ理想ビームと判断することができる。なお「P - V

値」は、符号プラスの場合の最大値、あるいは符号マイナスの場合の最小値、すなわち、絶対値の最大値を意味する。

本実施形態では、前述の R F レベル最大時の収差補正量を検出するために、レベルの変化の大きい領域における球面収差補正量で R F レベル
5 を検出するサンプリング点をたとえば 4 点 (S A 1 ~ S A 4) 設定し、演算回路にて近似曲線 L 1 を演算し、近似曲線 L 1 上の頂点位置相当の収差補正量を最適収差補正量 S A B E S T として決定する。こうすることによって、実際の R F 信号ではピークやボトムがはっきりしない場合でも、仮想的なピークやボトムを一意に特定することができ、最適収差
10 補正量 S A B E S T を一意に決定することができる。

この場合、サンプリング点は 4 点に限らず、少なくとも 2 点以上あれば近似曲線 L 1 を演算することは可能であり、サンプリング点数が少ないほど演算方法が簡単になり、演算回路の構成が簡素化できるとともに、補正量導出までの時間を短くすることができる効果がある。またサン
15 プリング点を増やしていくほど近似曲線 L 1 の精度が上がり、より正確な収差補正量を検出することが可能となる。

また近似曲線 L 1 を多項式近似とすると、演算式が比較的簡単になり、演算回路規模あるいは演算ソフトウェアが比較的小さいボリュームで実現可能となる。あるいは、より誤差の少ないスプライン補間等、各種
20 補間法を想定することもできる。また前述の近似曲線 L 1 を計算し、収差補正量を導出する演算回路はマイコンにその機能をプログラミングする方法、あるいは D S P (デジタルシグナルプロセッサ) に専用演算機能を組み込む方法、あるいはアナログ回路にて実現する方法等がある。

またサンプリング点の決定方法としては、あらかじめ想定している補

正量をメモリしておく方法、あるいはあらかじめサンプリングすべき R F レベルをメモリしておき、補正量を変化させていってメモリしていた R F レベルになった補正量をサンプリングしていく方法等がある。

なお前述の説明は R F レベルを基準にした場合の例であり、光ピック
5 アップ装置として品質を確保しなければならない信号のレベルを直接リ
ファレンス信号の評価値とするため、より正確な収差補正を実現するこ
とができるが、これがトラッキングエラーレベルであってもかまわない
。この場合、信号振幅が大きく感度の高いトラッキングエラー信号をリ
ファレンス信号とするため、ノイズや外乱等の影響を受け難くすること
10 ができる。さらに、情報信号をリファレンス信号とし、情報信号品質と
相関性の高いジッターや B E R (ビットエラーレート) をリファレンス
信号の評価値としてもかまわない。この場合も正確な球面収差補正を実
現することができる。

図 5 は、本実施形態で、球面収差補正量決定までの具体的な手順の例
15 を示す。制御手段である制御回路 5 0 は、光学式情報再生装置における
各種記録再生動作を実現すべく、図示を省略しているメインルーチンに
従った制御を行う。この際、かかるメインルーチンの実行中に、光ディ
スク 4 0 がこの光学式情報再生装置に装着されると、制御回路 5 0 は、
図 5 に示されるが如き手順からなる球面収差補正サブルーチンの実行に
20 移る。なお、制御回路 5 0 は、前述の 4 点のサンプリング位置での球面
収差量に対応する球面収差補正信号 S A (1) ~ S A (4) を内蔵レジ
スタに格納しておく。

まずステップ S 1 で、制御回路 5 0 は、フォーカスサーボをオン状態
にすべく、論理レベル” 1 ” のフォーカスサーボスイッチ信号 F S をサ

ーボループスイッチ 5 に供給する。次のステップ S 2 で、制御回路 5 0 は、トラッキングサーボをオフ状態にすべく、論理レベル” 0 ”のトラッキングサーボスイッチ信号 T S をサーボループスイッチ 6 に供給する。また、変数 N に 1 を格納して初期化する。

5 ステップ S 3 で、制御回路 5 0 は、内蔵レジスタに記憶されている球面収差補正信号 S A (N) を読出して、液晶ドライバ 4 に供給する。かかるステップ S 3 の実行により、液晶ドライバ 4 は、球面収差補正信号 S A (N) の値に応じた電位を有する液晶駆動電位 C V を発生し、これを液晶パネル 2 5 に印加する。したがって、この際、液晶パネル 2 5 に
10 レーザビーム光が照射されると、図 2 に示されるが如き円環状の透明電極 E 2 に覆われた領域を透過する光と、他の領域を透過する光とに、球面収差補正信号 S A (N) に応じて位相差が生じる。これにより、球面収差の仮補正が為されることになる。

 次のステップ S 4 で、制御回路 5 0 は、スピンドルモータ 3 0 から供給される回転信号 R T に基づき、光ディスク 4 0 が 1 回転したか否かを判定する。この判定は、光ディスク 4 0 が 1 回転するまで繰り返し行う。
15 ステップ S 4 において、光ディスク 4 0 が 1 回転したと判定されると、ステップ S 5 で、制御回路 5 0 は、R F 信号を R F (N) として取り込む。次に、ステップ S 6 で、制御回路 5 0 は、N の値が” 4 ”になっているか否かを判定する。このステップにて N が 4 でないと判定されるとき、ステップ S 7 に進み、制御回路 5 0 は $N = N + 1$ として、ステップ S 3 に戻り、内蔵レジスタに記憶されている球面収差補正信号 S A (N) を読出す。以下、ステップ S 3 ～ S 7 までの動作を繰り返して実行する。
20

この間、一連の動作が実施されるたびに、液晶パネル 25 による球面収差補正がその補正量をたとえば S A (1) から S A (4) まで 4 回更新しつつ行われる。この補正量としての球面収差補正信号 S A (1) 、 S A (2) 、 S A (3) 、 S A (4) の値は、 R F レベルの変化が大きい領域での値が望ましい。たとえば最大補正量近傍値 2 点と最小補正量近傍値 2 点とる場合を想定すると、最大補正量を 16 段階に分けた場合、 S A (1) は 1 段階分、 S A (2) は 2 段階分、 S A (3) は 15 段階分、 S A (4) は 16 段階分の補正量に相当させる。

次にステップ S 6 で、制御回路 50 は N の値が ” 4 ” になっていると判定すると、ステップ S 8 に進む。ステップ S 8 で、制御回路 50 は、 S A (1) ~ S A (4) までの球面収差補正信号に対応する 4 種類の球面収差補正量と、各球面収差補正量で補正を行った際に各段階毎に取り込まれた R F 信号 R F (1) ~ R F (4) のデータをサンプリングデータとして、近似曲線を演算し、その近似曲線における最大 R F 信号レベル R F M A X となる最適球面補正量 S A B E S T を求める。次のステップ S 9 で、制御回路 50 は、この最適球面収差補正量 S A B E S T を表す信号を最終的な球面収差補正信号として液晶ドライバ 4 に供給する。

すなわち、ステップ S 9 の実行により、最適球面収差補正量 S A B E S T を最終的な球面収差補正量とし、この補正量に応じた分だけ図 2 に示される透明電極 E 2 に覆われた領域に対して位相差をもたせるべく液晶パネル 25 を駆動する。かかる駆動により、最終的な球面収差補正をなすのである。ステップ S 9 の終了後、制御回路 50 は、この球面収差補正サブルーチンを抜けてメインルーチンの実行に戻る。以上のルーチンにより、最適な球面収差補正量を短い探索時間にて正確に検出し、補

正を行うことが可能となる。

なお、図 5 に示される動作では、球面収差補正信号 S A を 4 回読出して調整するようにしているが、その調整回数は 4 回に限定されるものではない。また、本実施形態においては、R F 信号の振幅レベルを用いて
5 各種処理を実施しているが、この R F 信号の振幅レベルに代わり、トラッキングエラー信号振幅あるいはトラッキングサーボのサーボゲインを用いるようにしてもよい。

また、図 2 においては、液晶パネル 2 5 の液晶層 C L 上に円環状の透明電極 E 2 を 1 つだけ形成するようにしているが、同心円状に複数の円
10 環状透明電極を形成するようにしてもよい。つまり、ビームスポットの外周側領域と内周側領域とでは球面収差の度合いが異なるので、その度合いに対応した位相差を各領域毎にもたせて、より細かく球面収差の補正を行えるようにするのである。この際、これら複数の円環状透明電極各々に印加すべき電位は、球面収差のパターンに応じて重み付けしてお
15 く。

〔実施の形態 2〕

以下、本発明の実施の第 2 形態を図面を参照しつつ詳細に説明する。
図 6 は、本発明の実施の第 2 形態としての光ピックアップ装置の構成を示す。図 6 において、ピックアップ 2 0 は、スピンドルモータ 3 0 によ
20 って回転駆動される光学式記録媒体としての光ディスク 4 0 に読取ビーム光を照射し、その反射光を受光する。この際、スピンドルモータ 3 0 は、光ディスク 4 0 を 1 回転させる度に回転信号 R T を発生し、これを制御回路 5 0 に供給する。ピックアップ 2 0 は、光ディスク 4 0 に読取ビーム光を照射した際の反射光を受光し、これを電気信号に変換したも

のを、フォーカスエラー生成回路 1、トラッキングエラー生成回路 2、および R F 信号生成回路 3 にそれぞれ供給する。

ピックアップ 20 は、レーザ発生素子 21、コリメートレンズ 22、ビームスプリッタ 23、 $\lambda/4$ 板 24、ビームエキスパンダ 35、ビームエキスパンダ用アクチュエータ 34、対物レンズ 26、フォーカシングトラッキングアクチュエータ 27、集光レンズ 28、シリンдриカルレンズ 29 および光検出器 31 から構成されている。レーザ発生素子 21 は、所定の光パワーを有するレーザビーム光を発生する。かかるレーザビーム光は、光ディスク 40 の透過基板の厚さ誤差に伴う球面収差を補正すべく設けられるビームエキスパンダ 35 に入射する。

ビームエキスパンダ 35 は、たとえば凹レンズ 33 と凸レンズ 32 との対で構成されるビーム拡大型のリレーレンズである。通常は入射平行光に対してビーム径を拡大させた平行光を出射させるように構成されている。凹レンズ 33 と凸レンズ 32 とのレンズ間隔を変化させることによって、対物レンズ 26 に入射する光を発散光あるいは集束光に変換させ、対物レンズ 26 により球面収差を発生させることができる。かかる動作により、ビームエキスパンダ 35 は、光ディスク 40 の透過基板厚のパラツキによる球面収差の補正を行う補正手段として機能させることができる。この場合、ビームエキスパンダ 35 と対物レンズ 26 とは、相対的な位置ずれによる球面収差発生性能への影響が小さいため、光ピックアップ装置への組込み調整を比較的容易に行うことができる。

対物レンズ 26 は、ビームエキスパンダ 35 から供給されるレーザビーム光を、読取ビーム光として光ディスク 40 の記録面に形成されている記録トラック上に集光する。フォーカシングについては、フォーカシ

ングトラッキングアクチュエータ 27 が、対物レンズ 26 をサーボループスイッチ 5 を介して供給されるフォーカス駆動信号 F に応じた分だけ、光ディスク 40 の記録面に対する垂直方向、いわゆるフォーカス調整軌道上において移動せしめる。トラッキングについては、フォーカシング

5 グトラッキングアクチュエータ 27 が、サーボループスイッチ 6 を介して供給されるトラッキング駆動信号 T に応じた分だけ対物レンズ 24 の光軸を光ディスク 40 のディスク半径方向に振る。

ここで、読取ビーム光を光ディスク 40 の記録トラック上に照射する際に得られる反射光は、対物レンズ 26、ビームエキスパンダ 35 およ

10 びλ/4板 24 を透過し、ビームスプリッタ 23 で方向を変えて、集光レンズ 28、シリンドリカルレンズ 29 を介して光検出器 31 の受光面に照射する。光検出器 31 は、図 3 に示すような受光面を有している。

図 3 に示されるように、光検出器 31 は、トラック方向に対して図の如く配列された 4 つの独立した受光素子 A～D を備えている。各受光素子 A～D は、光ディスク 40 からの反射光を受光して電気信号に変換したものを光電変換信号 R A～R D としてそれぞれ出力する。フォーカスエラー生成回路 1 は、光検出器 31 における受光素子 A～D のうちで互

15 いに対角に配置されている受光素子同士の出力和をそれぞれ求め、両者の差分値をフォーカスエラー信号 F E として減算器 7 に供給する。すな

20 わち、フォーカスエラー生成回路 1 は、

$$F E = (R A + R C) - (R B + R D)$$

なるフォーカスエラー信号 F E を減算器 7 に供給するのである。減算器 7 は、かかるフォーカスエラー信号 F E から、制御回路 50 から供給されたフォーカス調整軌道上位置信号 F P を減算して得るフォーカスエラ

一信号 $F E'$ をサーボループスイッチ 5 に供給する。サーボループスイッチ 5 は、制御回路 50 から供給されたフォーカスサーボスイッチ信号 $F S$ に応じてオン状態またはオフ状態となる。

たとえば、サーボループスイッチ 5 は、フォーカスサーボ・オフを示す論理レベル” 0 ”のフォーカスサーボスイッチ信号 $F S$ が供給される場合にはオフ状態となる。一方、フォーカスサーボ・オンを示す論理レベル” 1 ”のフォーカスサーボスイッチ信号 $F S$ が供給される場合にはオン状態となり、フォーカスエラー信号 $F E'$ に応じたフォーカス駆動信号 F をフォーカシングトラッキングアクチュエータ 27 に供給開始する。すなわち、ピックアップ 20、フォーカスエラー生成回路 1、減算器 7、およびサーボループスイッチ 5 を含む系により、いわゆるフォーカスサーボループを形成しているのである。かかるフォーカスサーボループにより、対物レンズ 26 は、フォーカス調整軌道上位置信号 $F P$ に応じたフォーカス調整軌道上の位置に保持される。

トラッキングエラー生成回路 2 は、光検出器 31 の受光素子 A ~ D のうちでトラック方向に隣接配置されている受光素子同士の出力和を求め、両者の差分値をトラッキングエラー信号としてサーボループスイッチ 6 に供給する。すなわち、 $(R A + R D)$ と $(R B + R C)$ との差をトラッキングエラー信号として求めるのである。サーボループスイッチ 6 は、制御回路 50 から供給されたトラッキングサーボスイッチ信号 $T S$ に応じてオン状態またはオフ状態となる。

たとえば、サーボループスイッチ 6 は、トラッキングサーボ・オンを示す論理レベル” 1 ”のトラッキングサーボスイッチ信号 $T S$ が供給された場合にはオン状態となり、上記トラッキングエラー信号に応じたト

ラッキング駆動信号 T をフォーカシングトラッキングアクチュエータ 27 に供給開始する。一方、トラッキングサーボ・オフを示す論理レベル "0" のトラッキングサーボスイッチ信号 TS が供給された場合にはオフ状態となる。この際、フォーカシングトラッキングアクチュエータ 27 にはトラッキング駆動信号 T の供給が為されない。

RF 信号生成回路 3 は、光電変換信号 RA ~ RD を互いに加算して得る加算結果を、光ディスク 40 に記録されている情報データに対応した情報読取信号として求め、これを RF 復調回路 10 および制御回路 50 にそれぞれ供給する。RF 復調回路 10 は、かかる情報読取信号に対して所定の復調処理を施すことによって情報データを再生し、これを再生情報を示す RF データとして出力する。

図 7 は、図 6 に示す光ピックアップ装置に球面収差が残っている場合に、ビームエキスパンダ 35 のレンズ間隔を変化させて球面収差を補正していくときの情報読取信号の RF レベルの変化を示す。図において、横軸には装置のもつ球面収差量を P - V 値で示し、縦軸には情報信号の RF レベルをとる。球面収差が 0 の場合、RF レベルは最大となるが、その収差量が光学特性の評価基準値以下である領域では、RF レベルの変化量が極めて少なくなる。この評価基準値としてよく知られているのはレイリーリミット（波面収差の最大値が $\lambda / 4$ 以下（ λ は光源波長））あるいは SD（シュトレールディフィニション）（波面収差の標準偏差が $\lambda / 14$ 以下）であり、この場合集光ビームは、ほぼ理想ビームと判断することができる。

本実施形態は、RF レベル最大時のレンズ間隔を検出するために、レベルの変化の大きい領域における球面収差補正量で RF レベルを検出す

るサンプリング点をたとえば4点（SP1～SP4）設定し、演算回路にて近似曲線L2を演算し、近似曲線L2上の頂点位置を与える最適レンズ間隔SPBESTを最適収差補正時のレンズ間隔として決定する。

この場合サンプリング点は4点に限らず、少なくとも2点以上あれば近似曲線L2を演算することは可能であり、サンプリング点数が少ないほど演算方法が簡単になり、演算回路の構成が簡素化できるとともに補正量導出までの時間を短くすることができる効果がある。またサンプリング点を増やしていくほど近似曲線L2の精度が上がり、より正確なレンズ間隔を検出することが可能となる。

また近似曲線L2には、多項式近似あるいはスプライン補間等、各種補完法を想定することができる。また近似曲線L2を計算し、レンズ間隔を導出する演算回路は、マイコンにその機能をプログラミングする方法、あるいはDSP（デジタルシグナルプロセッサ）に専用演算機能を組み込む方法、あるいはアナログ回路にて実現する方法等がある。

またサンプリング点の決定方法としては、あらかじめ想定しているレンズ間隔をメモリしておく方法、あるいはあらかじめサンプリングすべきRFレベルをメモリしておき、レンズ間隔を変化させていって、メモリしていたRFレベルになったレンズ間隔をサンプリングしていく方法等がある。

なお前述のようなRFレベルを評価の基準にした場合の例の他に、トラッキングエラーレベル、ジッターあるいはBER（ビットエラーレート）を評価の基準としても構わない。

図8は、本実施形態で、球面収差補正のためのレンズ間隔決定までの具体的な手順の例を示す。制御手段である制御回路50は、光学式情報

再生装置における各種記録再生動作を実現すべく、図示を省略しているメインルーチンに従った制御を行う。この際、かかるメインルーチンの実行中に、光ディスク40がこの光学式情報再生装置に装着されると、制御回路50は、図8に示されるが如き手順からなる球面収差補正サブ
5 ルーチンの実行に移る。なお、制御回路50は、前述の4点のサンプリング位置でのレンズ間隔SP1～SP4に対応するレンズ間隔信号SP(1)～SP(4)を内蔵レジスタに格納しておく。

まずステップS11で、制御回路50は、フォーカスサーボをオン状態にすべく、論理レベル”1”のフォーカスサーボスイッチ信号FSを
10 サーボループスイッチ5に供給する。次のステップS12で、制御回路50は、トラッキングサーボをオフ状態にすべく、論理レベル”0”のトラッキングサーボスイッチ信号TSをサーボループスイッチ6に供給する。また、変数Nに1を格納して初期化する。

ステップS13で、制御回路50は、内蔵レジスタに記憶されている
15 レンズ間隔信号SP(N)を読出して、ビームエキスパンダ駆動アクチュエータ34に供給する。かかるステップS3の実行により、ビームエキスパンダ駆動アクチュエータ34は、ビームエキスパンダ35を、レンズ間隔がレンズ間隔信号SP(N)の値に応じた間隔になるように駆動する。これにより対物レンズ26に非平行光が入射し、レンズ間隔信
20 号SP(N)に応じた球面収差が生じるので、球面収差の仮補正がなされることになる。

次にステップS14で、制御回路50は、スピンドルモータ30から供給される回転信号RTに基づき、光ディスク40が1回転したか否かの判定を、この光ディスク40が1回転するまで繰り返し行う。次のス

5 テップ S 1 5 で、制御回路 5 0 は、R F 信号のレベルを R F (N) として取り込む。次のステップ S 1 6 で、御回路 5 0 は N の値が” 4 ”になっているか否かを判定する。このステップにて N が 4 でないと判定されるとき、ステップ S 1 7 に進み、制御回路 5 0 は $N = N + 1$ として、ステップ S 1 3 に戻り、内蔵レジスタに記憶されているレンズ間隔信号 S P (N) を読出して球面収差の仮補正を行う。以下、ステップ S 1 3 ~ S 1 7 までの動作を繰り返し実行する。

10 この間、一連の動作が実施される度にビームエクスパンダ 3 5 による球面収差補正が、そのレンズ間隔をたとえばレンズ間隔信号 S P (1) から S P (4) までに対応させて、4 回更新しつつ行われる。このとき補正量としてのレンズ間隔信号 S P (1)、S P (2)、S P (3)、S P (4) の値は、そのときの R F レベルの変化が大きい領域の値が望ましい。たとえば最大レンズ間隔近傍値 2 点と最小レンズ間隔近傍値 2 点であり、最大レンズ間隔に対応する信号の大きさを 1 6 段階に分けた場合、S P (1) は 1 段階分、S P (2) は 2 段階分、S P (3) は 1 5 段階分、S P (4) は 1 6 段階分のレンズ間隔に相当させる。

20 ステップ S 1 6 で N の値が” 4 ”になっていると判定されるとき、制御回路 5 0 は、ステップ S 1 8 に進み、レンズ間隔信号 S P (1) ~ S P (4) に対応する 4 種類のレンズ間隔 S P 1 ~ S P 4 と、各レンズ間隔で取り込まれた R F 信号のレベル R F 1 ~ R F 4 のデータをサンプリングデータとして、図 7 の近似曲線 L 2 を演算し、その近似曲線 L 2 における最大 R F 信号レベル R F M A X に対応する最適レンズ間隔 S P B E S T を求める。ステップ S 1 9 で、制御回路 5 0 は、この最適レンズ間隔 S P B E S T を表す信号を最終的な球面収差補正を行うレンズ間隔

信号として、ビームエキスパンダ駆動アクチュエータ 3 4 に供給する。
すなわち、ステップ S 1 9 の実行により、最適レンズ間隔 S P B E S T
に対応するレンズ間隔を最終的なレンズ間隔とし、このレンズ間隔に応
じた分だけ対物レンズ 2 6 に球面収差を持たせ、光ディスクの透過基板
5 の厚さ誤差により発生する球面収差と相殺させ、最終的な球面収差補正
をなすのである。ステップ S 1 9 の終了後、制御回路 5 0 は、この球面
収差補正サブルーチンを抜けてメインルーチンの実行に戻る。

以上のルーチンにより、最適な球面収差補正量を短い探索時間にて正
確に検出し、補正を行うことが可能となる。なお、図 8 に示される動作
10 では、レンズ間隔信号 S P (N) を 4 回調整するようにしているが、そ
の調整回数は 4 回に限定されるものではない。また、本実施形態におい
ては、R F 信号の振幅レベルを用いて各種処理を実施しているが、この
R F 信号の振幅レベルに代わりトラッキングエラー信号振幅あるいはト
ラッキングサーボのサーボゲインを用いるようにしてもよい。

15 また、図 6 においては、ビームエキスパンダ 3 5 の駆動レンズを凹レ
ンズ 3 3 とし、小さい側のレンズを可動させる構造により、ビームエキ
スパンダ駆動アクチュエータ 3 4 の推力やサイズを比較的小さく構成す
ることができる効果を得ている。可動させるレンズは、凸レンズ 3 2 側
、あるいは両方でもかまわない。またビームエキスパンダ 3 5 は、凹レ
20 ンズ 3 3 、凸レンズ 3 2 の順による拡大光学系としているが、凸レンズ
3 2 、凹レンズ 3 3 の順による縮小光学系でも構わない。

また、光ピックアップ装置の波面収差（標準偏差）の許容値は $\lambda / 4$
4 であるが、波面収差を発生させる要因としては透過基板の厚さ誤差に
より発生する球面収差以外にもピックアップ 2 0 自体の光学部品がもつ

波面収差、ディスクチルトによって発生する収差、光ディスク40の読取りにフォーカスサーボをかけたときに残留するフォーカスオフセットで発生するデフォーカス時の収差、それぞれの発生収差分を加味すると、本実施例における球面収差の許容量は $3.5\text{ m}\lambda$ 程度とするのが望ましい。

以下、その具体的実施例について説明する。対物レンズのNA (Numerical Aperture: 開口数) を0.85、理想ディスクの透過基板厚さを0.1mm、ビームエキスパンダ35のビーム拡大率1.5倍とした場合で、基板厚さずれ、フォーカスオフセットがあった場合の発生する波面収差の計算結果を図9に示す。すなわち、横軸には基板厚さずれ(μm)、縦軸にはF (フォーカス) オフセット(μm)をそれぞれ取るときの波面収差を波長 λ を基準とするrms値で示す。図より、フォーカスオフセットを0とした場合の波面収差 $3.5\text{ m}\lambda$ 以下を許容できる厚さずれ量は、 $-3.5 \sim 3\text{ }\mu\text{m}$ 程度となることが判る。

図10は、以下に示す6種類の記録条件で記録したRFランダムデータを再生したときのRF最大信号振幅の変化を測定した結果で、横軸は再生時にビームエキスパンダ(BE)35で発生させた波面収差量を基板厚さずれ相当に換算しなおしたものを示す。サンプル間隔は、約 $1.5\text{ }\mu\text{m}$ の基板厚さずれに相当する。(たとえばCG厚誤差 $1\text{ }\mu\text{m}$ 位置は、基板厚さが設計より $1\text{ }\mu\text{m}$ 厚くなったときに発生するのと同等の波面収差をビームエキスパンダ35で発生させた状態で再生したときを表す。)

記録条件

①収差なし・Fオフセットなし(B0F0)での最適記録パワー

②収差なし・Fオフセットなし (B0F0) での記録パワー+20%ずれ

③収差なし・Fオフセットなし (B0F0) での記録パワー-20%ずれ

④7 μm の透過基板の厚さ誤差相当の収差・Fオフセット-0.1 μm (B7F1) での最適記録パワー

5 ⑤7 μm の透過基板の厚さ誤差相当の収差・Fオフセット-0.1 μm (B7F1) での記録パワー+20%ずれ

⑥7 μm の透過基板の厚さ誤差相当の収差・Fオフセット-0.1 μm (B7F1) での記録パワー-20%ずれ

10 このとき、前記のとおり許容できる厚さずれ量-3.5~3 μm とし、
光ディスク40の個体差による厚みのばらつきを $\pm 2 \mu\text{m}$ とした場合、
光ピックアップ装置として許容できる球面収差は-1~1.5 μm 相当
の厚さずれ量に相当する。さらにビームエキスパンダ35の制御位置誤
差として $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 厚さずれ相当のマーヅィンをとると、ビームエキス
パンダ35の調整誤差の許容量は-1~0.5 μm となる。

15 このとき図に示すように上記6種類の記録条件のデータに対して、ピ
ーク振幅を表すサンプル点の両側でピーク振幅より最初に3%以上振幅
が落ちるサンプル点の中点を○プロット、ピーク振幅を表すサンプル点
の両側でピーク振幅より最初に5%以上振幅が落ちるサンプル点の中点
を△プロット、ピーク振幅を表すサンプル点の両側でピーク振幅より最
20 初に10%以上振幅が落ちるサンプル点の中点を□プロットした場合、
○プロットではビームエキスパンダ35の調整誤差の許容量-1~0.5 μm
からはずれる場合もあるがそれ以外の△プロットと□プロットでは
許容範囲に入っていることが判る。つまりサンプリングすべきRFレ
ベルはピーク振幅の5%落ち以上とすることが望ましく、この場合再生

データの記録条件にかかわらず、より正確にビームエキスパンダ 35 の調整が可能となる。

次に図 11 に上記 6 種類の記録条件で記録した RF ランダムデータをフォーカスオフセットが $+0.14\text{ }\mu\text{m}$ 残留している状態で再生したときの RF 最大信号振幅の変化を測定した結果を示す（フォーカスオフセット調整前にビームエキスパンダ（BE）間隔を調整することを想定）。同様にピーク振幅を表すサンプル点の両側でピーク振幅より最初に 5% 以上振幅が落ちるサンプル点の中点を Δ プロット、ピーク振幅を表すサンプル点の両側でピーク振幅より最初に 10% 以上振幅が落ちるサンプル点の中点を \square プロットした場合、 Δ プロットではビームエキスパンダ 35 の調整誤差の許容量 $-1\sim 0.5\text{ }\mu\text{m}$ からはずれる場合もあるが、それ以外の \square プロットでは許容範囲に入っていることが判る。つまりフォーカスオフセットが残留している状態では、サンプリングすべき RF レベルはピーク振幅の 10% 落ち以上とすることが望ましく、この場合再生データの記録条件にかかわらず、より正確にビームエキスパンダ 35 の調整が可能となる。

〔実施の形態 3〕

以下、本発明の実施の第 3 形態を図面を参照しつつ詳細に説明する。

図 12 は、本実施形態として、図 6 の実施形態と同様な構成の光ピックアップ装置において、光ピックアップ装置に球面収差（第 1 の球面収差）が残った状態の場合、同装置のビームエキスパンダ 35 のレンズ間隔を変化させて球面収差を補正していくときの RF レベルの変化を示す。図 12 においても、図 7 と同様に、横軸に装置のもつ球面収差量、縦軸に情報信号の RF レベルをとる。球面収差が 0 の場合、RF レベルは

最大となるが、その収差量が光学特性の評価基準値以下である領域では、R F レベルの変化量が極めて少なくなる。この評価基準値としてよく知られているのは、前述のように、レイリーリミット（波面収差の最大値が $\lambda/4$ 以下（ λ は光源波長））あるいはS D（シュトレールディフ
5 イニション）（波面収差の標準偏差が $\lambda/14$ 以下）であり、この場合集光ビームは、ほぼ理想ビームと判断することができる。

本実施形態では、R F レベル最大時のレンズ間隔を検出するために、まずレンズ間隔を可動範囲内における設定最小位置近傍のレンズ間隔S P 1まで送る。このときのR F レベルをPとすると、レンズ間隔を徐々に
10 に広げていくことにより、再びR F レベルがPとなるレンズ間隔S P 2を検出する。レンズ間隔S P 1とレンズ間隔S P 2とは、前述のレイリーリミットで $\lambda/4$ の領域の範囲外に採られることになり、レンズ間隔は $\lambda/2$ 以上となる。 $(S P 1 + S P 2) / 2$ のレンズ間隔を、最適収差補正時の最適レンズ間隔S P B E S Tとして決定する。この方法によ
15 れば、2点のサンプリング点の中点が最適レンズ間隔S P B E S Tとなつて、演算回路が非常に単純になり、回路規模を小さくすることができる効果がある。

また前述の方法では、レンズ間隔S P 1をあらかじめ決めておいた既定値としている場合の例であるが、R F レベルPを既定値とし、R F レ
20 ベルがPとなるレンズ間隔S P 1とS P 2とを検出する方法でもよい。この場合装置の個体差により、R F レベルの検出感度にばらつきがあつても正確にレンズ間隔を検出することができる。

なおR F レベルを評価の基準にするばかりではなく、トラッキングエラーレベル、ジッターあるいはB E R（ビットエラーレート）を評価の

基準にするようにしても構わない。

図 1 3 は、本実施形態で、レンズ間隔決定までの具体的な手順の例を示す。制御回路 5 0 は、光ピックアップ装置における各種記録再生動作を実現すべく、図示を省略しているインルーチンに従った制御を行う。

5 この際、かかるメインルーチンの実行中に、光ディスク 4 0 がこの光ピックアップ装置に装着されると、制御回路 5 0 は、図 1 3 示されるが如き手順からなり、ビームエクスパンダ 3 5 による球面収差補正サブルーチンの実行に移る。

10 図 1 3 において、まず、ステップ S 2 1 で、制御回路 5 0 は、フォーカスサーボをオン状態にすべく、論理レベル” 1 ”のフォーカスサーボスイッチ信号 F S をサーボループスイッチ 5 に供給する。次にステップ S 2 2 で、制御回路 5 0 は、トラッキングサーボをオフ状態にすべく、論理レベル” 0 ”のトラッキングサーボスイッチ信号 T S をサーボループスイッチ 6 に供給する。また、N = 1 と初期化する。

15 ステップ S 2 3 で、制御回路 5 0 は、ビームエクスパンダ駆動アクチュエータ 3 4 により、ビームエクスパンダ 3 5 のレンズ間隔がレンズ間隔信号 S P (N) の値に応じた間隔になるように駆動信号を出力する。かかるステップ S 2 3 の実行により、対物レンズ 2 6 に非平行光が入射し、レンズ間隔信号 S P (N) に応じた球面収差が生じる。これによつて、球面収差の仮補正がなされることになる。次のステップ S 2 4 で、
20 制御回路 5 0 は、スピンドルモータ 3 0 から供給された回転信号 R T に基づき、光ディスク 4 0 が 1 回転したか否かの判定を、この光ディスク 4 0 が 1 回転するまで繰り返し行う。次のステップ S 2 5 で、制御回路 5 0 は、R F 信号のレベルを R F (N) として取り込む。次のステップ

S 2 6 で、制御回路 5 0 は、R F (N) の値が既定値 P になっているか否かを判定する。このステップにて、R F (N) が P でないと判定されるとき、ステップ S 2 7 に進み、制御回路 5 0 は $N = N + 1$ として、ステップ S 2 3 に戻る。ステップ S 2 3 では、内蔵レジスタに記憶されているレンズ間隔信号 S P (N) を読出してサンプリングを行う。以下、
5 前述した如きステップ S 2 3 ~ S 2 7 までの動作を繰り返し実行する。

ステップ S 2 6 で R F (N) = P と判定されるとステップ S 2 8 に進み、制御回路 5 0 は R F (N) の値がはじめて P になっているか否かを判定する。ステップ S 2 8 で R F (N) の値がはじめて P になっている
10 と判定されたとき、ステップ S 2 9 に進み、S P (N) のレンズ間隔を S P 1 として記憶するとともに、さらにステップ S 3 0 で制御回路 5 0 は $N = N + 1$ として、内蔵レジスタに記憶されているレンズ間隔信号 S P (N) を、ステップ S 2 3 の実行に戻って読出し、前述した如きステップ S 2 3 ~ S 2 7 までの動作を繰り返し実行する。

15 ステップ S 2 8 で R F (N) の値が 2 回目に P になっていると判定されるとき、制御回路 5 0 は、ステップ S 3 1 に進み、S P (N) のレンズ間隔を S P 2 として記憶する。次のステップ S 3 2 では、最適レンズ間隔 $S P B E S T = (S P 1 + S P 2) / 2$ を求める。そして、ステップ S 3 3 で、制御回路 5 0 は、この最適レンズ間隔信号 S P B E S T を
20 最終的な球面収差補正を行うレンズ間隔信号として、ビームエキスパンダ駆動アクチュエータ 3 4 に供給する。すなわち、ステップ S 3 3 の実行により、最適レンズ間隔信号 S P B E S T に対応するレンズ間隔を最終的なレンズ間隔とし、このレンズ間隔に応じた分だけ対物レンズ 2 6 に球面収差をもたせ、光ディスクの透過基板の厚さの誤差により発生す

る球面収差と相殺させ、最終的な球面収差補正をなすのである。ステップ S 3 3 の終了後、制御回路 5 0 は、この球面収差補正サブルーチンを抜けてメインルーチンの実行に戻る。以上のルーチンにより、最適な球面収差補正量を短い探索時間にて正確に検出し補正を行うことが可能となる。

なお、図 1 3 に示される動作では、レンズ間隔信号 S P を最小間隔から最大間隔の間で調整するようにしているが、その調整回数はたとえば 1 6 回というようにビームエキスパンダのレンズ間隔設定できる分解能内にて、最小間隔から最大間隔までを等分割しその回数以内にて S P 1 および S P 2 を探索するようにしてもよい。この場合、探索回数が限られるため、その回数以内に球面収差補正サブルーチンを抜けられ、球面収差補正に要する時間を短縮することができる。

また、本実施形態においては、R F 信号の振幅レベルを用いて各種処理を実施しているが、この R F 信号の振幅レベルに代わりトラッキングエラー信号振幅あるいはトラッキングサーボのサーボゲインを用いるようにしてもよい。

さらに、前述の各実施形態では、図 4、図 7 および図 1 2 に示すように、R F 信号の振幅レベルのようにピークが生じる評価値で、そのピーク位置を最適な補正量に対応させているけれども、ボトムが生じる評価値を用いて、そのボトム位置を最適な補正量に対応させることもできる。

〔実施の形態 4〕

本実施の形態は、追記型や書換え可能型等の書込み可能な光ディスクに高密度で記録再生を行う光学的記録再生装置において使用される光ビ

ピックアップの球面収差合焦ずれ補償方法およびその補償機能を備える光ピックアップ装置の発明に関するものである。以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて以下に説明する。

本実施の形態の光ピックアップ装置は、前述の光ピックアップ装置と同様、図 6 に示すブロック構成を有する。したがって、各部の機能については前述のとおりである。

ピックアップ 20 では、ビームエキスパンダ 35 が、光ディスク 40 の透過基板厚のバラツキによる球面収差の補正を行う補正手段として機能する。

フォーカスエラー信号 $F E$ から減算してフォーカスエラー信号 $F E'$ を得るためのフォーカス調整軌道上位置信号 $F P$ は、現在のフォーカシングトラッキングアクチュエータ 27 を駆動している信号であり、前記フォーカスエラー信号 $F E$ から該フォーカス調整軌道上位置信号 $F P$ を減算することで、直前の状態からフォーカスエラー信号が 0 となるためにアクチュエータを動かす信号を得ることができる。この信号が 0 となった場合はフォーカスエラーがないと判断し、フォーカシングトラッキングアクチュエータ 27 は動かず、同じ状態を保持する。

対物レンズ 26 は、フォーカスサーボループによって、フォーカス調整軌道上で、フォーカス調整軌道上位置信号 $F P$ に応じた位置を基準として、フォーカスエラー信号 $F E$ に応じた分だけ変位駆動される。

以下、図 14 (a) (b) ~ 図 16 (a) (b) に、本件発明者による実験結果を示す。図 14 (a) (b) は、ピックアップの球面収差およびフォーカスオフセットが共にない状態で、最適記録パワーにて $R F$ 信号を記録 (テストライト) し、同記録信号に対して、横軸を球面収差

量、縦軸をフォーカスオフセット量とし、それぞれリファレンス信号として、RF信号のジッター（図14（a））と最大振幅値（図14（b））とを2次元マップで表した測定結果である。

前記図18と同様に、光ディスク4としては、前記透過基板の厚さが
5 0.1 mm、材質がポリカーボネイトのものをを用い、トラックピッチが
0.32 μ m、ディスク溝深さが21 nmであり、測定ピックアップと
しては、レーザー波長が405 nm、対物レンズ27のNAは0.85
のものをを用いた。また、球面収差量としては、 $-80\text{ m}\lambda \sim +80\text{ m}\lambda$
の範囲で6点、フォーカスオフセット量としては、 $-0.22 \sim +0.$
10 $22\text{ }\mu\text{m}$ の範囲で11点、合計66のデータポイントによる2次元マッ
プである。

これら図14（a）および図14（b）から、ジッターは原点で最も
小さく、また最大振幅値は原点で最も大きく、共に原点を中心とした同
心円の特性であることが理解される。なお、前記球面収差やフォーカス
15 オフセットがあると、光ディスク40上でビームがぼけた状態にしか絞
れなくなり、そのため解像度が下がり、隣接トラックや前後の記録デー
タまで漏れこんでくるため、受光素子A～Dにきれいに結像しなくなり
、ジッターとして現れる。

これに対して、図15（a）（b）に、ピックアップ20の球面収差
20 としてCG厚 $+7\text{ }\mu\text{m}$ 相当がある状態で、かつフォーカスオフセットが
0.1 μm ある状態で、最適記録パワーにてRF信号を記録し、同記録
信号に対して、横軸を球面収差量、縦軸をフォーカスオフセット量とし
、それぞれリファレンス信号として、RF信号のジッター（図15（a
））と最大振幅値（図15（b））とを2次元マップで表した測定結果

を示す。前記CG厚とは、ディスク記録面の上にある前記透過基板（カバーガラス）の厚みのことで、前記CG厚＋7 μ mとは、設計カバーガラスの厚み＋7 μ mのことで、設計カバーガラスの厚みが0.1mmの場合は、0.107mmとなる。

5 この図15（a）および図15（b）でも、前記図14（a）（b）の結果と同様に、ジッターは原点で最も小さく、また最大振幅値は原点で最も大きく、共に原点を中心とした同心円の特性であることが理解される。したがって、球面収差およびフォーカスオフセットが共に最適状態でない場合であっても、原点に収束させることが可能であることが理解
10 解される。すなわち、フォーカスオフセット補償をするときの球面収差量および球面収差補償をするときのフォーカスオフセット量がいかなる値であっても、1度の補償ステップによって、それぞれの最適値を検出することができる。

15 また、図16（a）（b）に、ピックアップの球面収差として前記CG厚＋7 μ m相当がある状態で、かつフォーカスオフセットが0.1 μ mある状態で、記録パワーを最適パワーより＋20%大きい状態にてRF信号を記録し、同記録信号に対して横軸を球面収差量、縦軸をフォーカスオフセット量とし、それぞれリファレンス信号として、RF信号のジッター（図16（a））と最大振幅値（図16（b））とを2次元マ
20 ップで表した測定結果を示す。

 この図16（a）および図16（b）から、テストライトの記録パワーに変動があっても、球面収差とフォーカスオフセットとの関係に影響を与えないことが理解される。

 以上のことから、先ず図14（a）（b）から、最適状態で記録され

た R F 信号をリファレンス信号にした場合、ジッター最小および R F 信号振幅最大とも、球面収差が 0、かつフォーカスオフセットが 0 の状態のみであることが理解される。次に、図 1 5 (a) (b) から、球面収差およびフォーカスオフセットが残留する状態で記録された R F 信号を
5 リファレンス信号にした場合も、ジッター最小および R F 信号振幅最大とも、球面収差が 0、かつフォーカスオフセットが 0 の状態のみであることが理解される。続いて、図 1 6 (a) (b) から、球面収差およびフォーカスオフセットが残留する状態でさらに記録パワーが最適でない状態で記録された R F 信号をリファレンス信号にした場合も、ジッター
10 最小および R F 信号振幅最大とも、球面収差が 0、かつフォーカスオフセットが 0 の状態のみであることが理解される。

したがって、球面収差およびフォーカスオフセットを調整するリファレンス信号として、記録パワーが未調整の段階で記録した R F 信号を使用することができ、記録状態によらず、球面収差とフォーカスオフセットとをそれぞれ独立に調整することができる。この結果に基づいて、以下に球面収差およびフォーカスオフセットの調整の手順を示す。

図 1 7 は、前記球面収差を補正する手順を説明するためのフローチャートである。前記制御回路 5 0 は、ピックアップ 2 0 を使用した各種記録再生動作を実現すべく、図示を省略しているメインルーチンに従った
20 制御を行う。この際、かかるメインルーチンの実行中に、光ディスク 4 0 が記録再生装置に装着されると、実際の記録再生を開始するまでに、この図 1 7 に示される手順から成る球面収差補正サブルーチンの実行に移る。

まず、ステップ S 5 1 で、制御回路 5 0 はピックアップ 2 0 をディス

ク最内周位置に移動させ、フォーカスサーボをオン状態にすべく、論理レベル” 1 ” のフォーカスサーボスイッチ信号 F S をサーボループスイッチ 5 に供給し、かつトラッキングサーボをオン状態にすべく、論理レベル” 1 ” のトラッキングサーボスイッチ信号 T S をサーボループスイッチ 6 に供給する。

ステップ S 5 2 では、アドレス情報を再生し、再生したアドレス情報を使ってディスク情報の記録されているトラックに移動し、ディスクに対する記録の仕方の情報である記録パワー、記録パルス発生タイミング等を読出す。ここで、前記アドレス情報およびディスク情報は、ディスク作製段階でトラックを W O B B L E させる周波数変調によって記録されており、その再生は、前記トラッキングエラー信号 T E ' と同様に、
(R A + R D) と (R B + R C) との差信号から行うことができる。

そして、ステップ S 5 3 では、テストライト領域に移動し、読出した記録条件に合わせてデータをテストライトする。続いて、ステップ S 5 4 では、球面収差補正ルーチンに移り、テストライトした R F 信号の信号振幅が最大になるように、ビームエクスパンダ 3 5 のレンズ 3 2 , 3 3 の間隔を補正する。ステップ S 5 5 では、フォーカスオフセット補正ルーチンに移り、同じくテストライトした R F 信号の信号振幅が最大になるように、フォーカスオフセットを調整する。ステップ S 5 5 の終了後、ステップ S 5 6 にて制御回路 5 0 は、記録パワー補正サブルーチンの実行に移り、最適記録パワーを決定し、データの記録再生準備が完了する。

上述のような補正のルーチンを図 1 6 (a) (b) で説明すると、ステップ S 5 3 のテストライトにおいて、フォーカスオフセットが 0 . 1

μm 、球面収差としてCG厚+7 μm 相当があり、さらに記録パワーが最適パワーより+20%大きい状態にてRF信号を記録した場合、ステップS54にて球面収差のみ0に補正され、ステップS55でフォーカスオフセットが0に補正され、図16(a)(b)の同心円中心に収束する。

なお、前記ステップS54の球面収差補正ルーチンと、ステップS55のフォーカスオフセット補正ルーチンとは、相互に逆の順序で行われても、同様に図16の同心円中心に収束させることができる。

前記ステップS54における球面収差補正ルーチンの具体的な手順の例は、前述のように、図8に基づいて説明したとおりである。また、図6に示す光ピックアップ装置に球面収差が残っている状態で、ビームエキスパンダ35のレンズ間隔を変化させて球面収差を補正してゆく場合のRF信号のレベルの変化は、前述のように、図7に示したとおりである。なお、図7において、前記P-V値とは、収差の最大値—最小値であり、±の符号が付く。

なお、図8に示される動作では、RF信号の振幅レベルを用いて各種処理を実施しているが、このRF信号の振幅レベルに代わり、前記ジッターやエラーレートを用いるようにしてもよい。

また、最適な球面収差を発生させるときの球面収差補償手段の位置情報、たとえば、ビームエキスパンダ35である場合には該ビームエキスパンダ35の位置をメモリ等の記憶手段に記憶しておき、次の球面収差およびフォーカスオフセット補償ステップにおける球面収差状態として、該状態を用いることが可能である。これによれば、球面収差量として全く根拠のない値を用いる場合に比べて、最適値検出ステップにおけ

る動作時間を短縮できる等のメリットがある。

本光ピックアップ装置では、上記のようにして、書込み可能な光ディスク40に対して、球面収差およびフォーカスオフセットの補償を、短時間で、かつ正確に行うことができる。すなわち、前記特開昭64-27030号では、複数の記録パワーで複数セクタに記録し、その総てのセクタを再生し、最適補正量を求めるのに対して、本光ピックアップ装置では、1種類の記録パワーで、1回だけ書込みを行うだけでよく、短時間で補正を行うことができる。

なお、上述の説明では、補正に用いるリファレンス信号として、光ピックアップ装置として品質を確保しなければならないRF信号の信号振幅を用いており、正確な補償を行うことができるとともに、複雑な信号処理を必要とせず、簡単な回路で実現することができる。しかしながら、他にも、前記のように、RF信号のジッターやエラーレートを用いてもよい。

前記RF信号の品質と相関性の高いジッターをリファレンス信号とし、該ジッターが最小になるような球面収差やフォーカスオフセットに補正することで、振幅検出程ではないが、信号処理が比較的シンプルで、かつより精度の高い補償を行うことができる。

また、前記RF信号の品質と相関性の高いエラーレートをリファレンス信号とし、該エラーレートが最小になるような球面収差やフォーカスオフセットに補正することで、回路規模が大きく、ノイズの影響に弱いけれども、最も精度が高く、感度が高い補償を行うことができ、特にフォーカスオフセットの微妙な調整をする場合有効となる。

また、前記リファレンス信号として、前記RF信号の信号振幅、ジッ

ターおよびエラーレートを組合わせて用いてもよい。すなわち、たとえば球面収差の補正に前記RF信号の信号振幅を用い、フォーカスオフセットの補正に前記ジッターを用いてもよい。

また、本実施の形態の光ピックアップ装置は、図6に示した構成に限らず、図1に示した構成であってもよい。図1に示した光ピックアップ装置は、ビームエキスパンダ35に代えて、前記λ/4板24と対物レンズ26との間に、液晶パネル25が設けられている。フォーカシングトラッキングアクチュエータ27は、これらの対物レンズ26および液晶パネル25を一体で変位駆動する。この光ピックアップ装置の詳細は前述のとおりである。

液晶パネル25による球面収差補正では、前述のように、透過基板厚のバラツキによる球面収差を相殺しうる所望の球面収差量を機械的な動きなしに即座に発生することができるため、ピックアップに外乱が乗ることがなく、補正のための球面収差量を正確に管理することができる。しかしながら、ビームエキスパンダ35に比べて、組立て調整精度が必要になり、また収差補正中常に液晶に電圧をかけ続ける必要があり、消費電力が高くなる。

本実施の形態では、書込み可能な光ディスクを記録／再生する光ピックアップ装置において、光ディスクのカバーの厚み誤差によって発生する球面収差と、フォーカスオフセットとを短時間で補正する。

このために、本実施の形態では、次の構成を有する。すなわち、図16(a)(b)は、球面収差があり、かつフォーカスオフセットがあり、最適パワーでない状態にてRF信号をテストライトし、同記録信号に対して、横軸を球面収差量、縦軸をフォーカスオフセット量とし、それ

ぞれRF信号のジッターと最大振幅値とを2次元マップで表した測定結果を示す。ジッターは原点で最も小さく、また最大振幅値は原点で最も大きく、共に原点を中心とした同心円の特性であり、何れか一方が最適値でなくても、それに影響なく、他方の最適値を求めることができる。

- 5 したがって、1度のテストライトで、球面収差補正とオフセット調整とをそれぞれ独立に行うことができる。

10 以上のように、本発明の光ピックアップの球面収差合焦ずれ補償方法は、記録媒体に予め定める記録パワーで信号を記録するステップと、記録媒体の記録面からの反射光から記録情報を再生するステップと、予め定めるフォーカスオフセットを有した状態で、球面収差を発生させ、該球面収差量を変化させるステップと、前記球面収差が最小となるときの球面収差発生状態を検出する最適球面収差検出ステップと、前記最小の球面収差発生状態で、フォーカスオフセットを発生させ、該フォーカスオフセット量を変化させるステップと、前記フォーカスオフセットが最小となるときのフォーカスオフセット発生状態を検出する最適フォーカス
15 スオフセット検出ステップと、前記最適球面収差検出ステップおよび最適フォーカスオフセット検出ステップによって得られた球面収差量およびフォーカスオフセット量を用いて球面収差およびフォーカスオフセットの補償を行う構成である。

- 20 また、本発明の光ピックアップの球面収差合焦ずれ補償方法は、記録媒体に予め定める記録パワーで信号を記録するステップと、記録媒体の記録面からの反射光から記録情報を再生するステップと、予め定める球面収差を有した状態で、フォーカスオフセット発生させ、該フォーカスオフセット量を変化させるステップと、前記フォーカスオフセットが最

小となるときのフォーカスオフセット発生状態を検出する最適フォーカスオフセット検出ステップと、前記最小のフォーカスオフセット発生状態で、球面収差を発生させ、該球面収差量を変化させるステップと、前記球面収差が最小となるときの球面収差発生状態を検出する最適球面収差検出ステップと、前記最適フォーカスオフセット検出ステップおよび最適球面収差検出ステップによって得られた球面収差量およびフォーカスオフセット量を用いて球面収差およびフォーカスオフセットの補償を行う構成である。

なお、本実施の形態において、制御回路 50 は、記録条件検出手段、テストライト手段および補償手段として機能し、RF 信号生成回路 3 は補償手段として機能し、レーザ発生素子 21 はテストライト手段として機能し、ビームエキスパンダ 25 は補償手段として機能し、ビームエキスパンダ用アクチュエータ 34 は補償手段として機能し、液晶パネル 25 は補償手段として機能し、液晶ドライバ 4 は補償手段および液晶駆動回路として機能する。

以上のように、本発明の光ピックアップ装置は、集光されたビーム光を光学記録媒体の記録面に照射し、該記録面からの反射光量によって記録情報の読取りを行う際に、光学系に生じる球面収差を相殺する球面収差を発生させて補正する補正手段を具備する光ピックアップ装置において、前記補正手段は、少なくとも 2 つ以上の異なる量で、光学記録媒体の記録面上での集光スポットのもつ球面収差量が P-V 値で波長 λ の $1/4$ 以上、あるいは標準偏差が波長 λ の $1/14$ 以上となる範囲の球面収差を発生可能であり、前記補正手段に該 2 つ以上の異なる量で球面収差を発生させ、各球面収差量で補正する場合の反射光量を受光して得ら

れるリファレンス信号の評価値に基づく数値演算で最適収差補正量を計算し、該最適収差補正量で前記補正手段が補正を行うように制御する制御手段を含む構成である。

5 産業上の利用の可能性

本発明の光ピックアップ装置および光ピックアップの球面収差補償方法によれば、補正手段から発生させる球面収差の量が $P-V$ 値で波長 λ の $1/4$ 以上の範囲、あるいは標準偏差が波長 λ の $1/14$ 以上となる範囲であるため、これらの球面収差量に対応して得られるリファレンス
10 信号として、リファレンス信号の評価値の変化が球面収差量の変化に対して感度の高い部分を利用することができる。

したがって、各球面収差量に対応して得られるリファレンス信号の評価値を用いる数値演算によって計算される最適収差補正量は、ノイズ、外乱等の影響を受けることなく、単一の値の特定が可能となり、短時間
15 でより正確な最適収差補正量での球面収差補正を行うことができる。

また、本発明の光ピックアップの球面収差合焦ずれ補償方法および光ピックアップ装置において、光ピックアップの球面収差および合焦ずれを補償するにあたって、本件発明者は、球面収差とフォーカスオフセットとの2つをパラメータとして、それぞれを変化させ、何れか一方が最適
20 値でなくても、それに影響なく、何れか他方の最適値を求めることができることに着目した。そこで、再生を行いつつ、先ず球面収差を掃引して最適球面収差量を検出し、続いて、その最適球面収差量を用いて、フォーカスオフセットを掃引して最適フォーカスオフセット量を検出する。あるいは、先ずフォーカスオフセットを掃引して最適フォーカスオ

フセット量を検出し、続いて、その最適球面収差量を用いて、球面収差を掃引して最適球面収差量を検出する。

それゆえ、書込み可能な光ディスクに対して、球面収差およびフォーカスオフセットの補償を、短時間で、かつ正確に行うことができる。

請 求 の 範 囲

1. 集光されたビーム光を光学記録媒体の記録面に照射し、該記録面からの反射光量によって記録情報の読取りを行うとともに、補正手段にて、光学系に生じる第1の球面収差を、これを相殺する第2の球面収差を発生させて補正する光ピックアップ装置において、

前記補正手段は、光学記録媒体の記録面上での集光スポットのもつ球面収差量がP-V値で波長 λ の $1/4$ 以上、あるいは標準偏差が波長 λ の $1/14$ 以上となる範囲にて、少なくとも2つ以上の異なる量の第2の球面収差を発生可能であり、

前記補正手段に該2つ以上の異なる量の第2の球面収差を発生させ、これら各球面収差量における反射光量を受光して得られるリファレンス信号の評価値に基づく数値演算にて、第1の球面収差を補正するための最適収差補正量を計算し、該最適収差補正量にて前記補正手段が補正を行うように制御する制御手段を含むことを特徴とする光ピックアップ装置。

2. 前記制御手段は、前記数値演算において、前記補正手段が発生する2つ以上の異なる量の第2の球面収差とこれら第2の球面収差に対する前記評価値とから近似曲線を計算し、該近似曲線のピークあるいはボトム位置を前記最適収差補正量とすることを特徴とする請求項1記載の光ピックアップ装置。

3. 前記近似曲線は、多項式近似曲線であることを特徴とする請求項2記載の光ピックアップ装置。

4. 前記制御手段は、

前記補正手段に、2つの異なる量の第2の球面収差を、 $P-V$ 値で波長 λ の $1/2$ 以上離れ、かつ各第2の球面収差に対する前記評価値がほぼ等しくなるように発生させ、

前記数値演算として前記2つの球面収差量についての平均値演算を行い、

前記最適収差補正量として、該平均値演算によって得られる平均値を用いることを特徴とする請求項1記載の光ピックアップ装置。

5. 前記制御手段は、

前記補正手段に、第1の量の第2の球面収差を発生させ、さらにそのときに得られるリファレンス信号の評価値とほぼ等しい評価値となるリファレンス信号が得られ、該第1の量の第2の球面収差と $P-V$ 値で波長 λ の $1/2$ 以上離れる第2の量の第2の球面収差を発生させ、

前記数値演算として第1および第2の量の第2の球面収差についての平均値演算を行い、

前記最適収差補正量として、該平均値演算によって得られる平均値を用いることを特徴とする請求項1記載の光ピックアップ装置。

6. 前記補正手段は、

複屈折特性を有する液晶が充填された液晶層上に円環状の透明電極が形成されている液晶パネルと、

前記2以上の異なる量の第2の球面収差に対応する電位を該透明電極に印加する液晶駆動回路とを含むことを特徴とする請求項1に記載の光ピックアップ装置。

7. 前記補正手段は、1組のレンズを含むビームエキスパンダであり、該1組のレンズのレンズ間隔を変えることによって、第2の球面収差

を発生可能であることを特徴とする請求項 1 に記載の光ピックアップ装置。

8. 前記補正手段は、前記光学記録媒体の記録面に照射されるビーム光と、該記録面からの反射光とが透過する光路に配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の光ピックアップ装置。

9. 前記制御手段は、

前記補正手段に、第 1 の量の第 2 の球面収差を発生させ、さらにそのときに得られるリファレンス信号の評価値とほぼ等しい評価値となるリファレンス信号が得られるように第 2 の量の第 2 の球面収差を発生させ、

前記数値演算として第 1 および第 2 の量の第 2 の球面収差についての平均値演算を行い、

前記最適収差補正量として、該平均値演算によって得られる平均値を用い、

第 1 および第 2 の量は最大信号振幅より 5 % 以上小さいことを特徴とする請求項 1 に記載の光ピックアップ装置。

10. 前記制御手段は、フォーカスオフセットを調整する前の段階にて、

前記補正手段に、第 1 の量の第 2 の球面収差を発生させ、さらにそのときに得られるリファレンス信号の評価値とほぼ等しい評価値となるリファレンス信号が得られるように第 2 の量の第 2 の球面収差を発生させ、

前記数値演算として第 1 および第 2 の量の第 2 の球面収差についての平均値演算を行い、

前記最適収差補正量として、該平均値演算によって得られる平均値を用い、

第1および第2の量は最大信号振幅より10%以上小さいことを特徴とする請求項1記載の光ピックアップ装置。

5 11. 前記リファレンス信号が光学記録媒体の記録面から読出す情報信号であり、その評価値が振幅レベルであることを特徴とする請求項1に記載の光ピックアップ装置。

10 12. 前記リファレンス信号がトラッキングエラー信号であり、その評価値が振幅レベルであることを特徴とする請求項1に記載の光ピックアップ装置。

13. 前記リファレンス信号が情報信号で、その評価値がジッターであることを特徴とする請求項1に記載の光ピックアップ装置。

14. 前記リファレンス信号が情報信号であり、その評価値がエラーレートであることを特徴とする請求項1に記載の光ピックアップ装置。

15 15. 集光されたビーム光を光学記録媒体の記録面に照射し、該記録面からの反射光量によって記録情報の読取りを行う際に、光学系に生じる第1の球面収差を、これを相殺する第2の球面収差を発生させて補正する光ピックアップの球面収差合焦ずれ補償方法において、

20 光学記録媒体の記録面上での集光スポットのもつ球面収差量がP-V値で波長 λ の $1/4$ 以上、あるいは標準偏差が波長 λ の $1/14$ 以上となる範囲にて、少なくとも2つ以上の異なる量の第2の球面収差を発生するステップと、

これら各球面収差量における反射光量を受光して得られるリファレンス信号の評価値に基づく数値演算にて、第1の球面収差を補正するため

の最適収差補正量を計算するステップと、

該最適収差補正量にて第1の球面収差を補正するステップとを備えていることを特徴とする光ピックアップの球面収差補償方法。

16. 集光されたビーム光を光学記録媒体の記録面に照射し、該記録面からの反射光量によって記録情報の読取りを行う際に、光学系に生じる球面収差およびフォーカスオフセットを補償する光ピックアップの球面収差合焦ずれ補償方法において、

前記記録媒体に予め定める記録パワーで信号を記録するステップと、

前記反射光から前記記録情報を再生するステップと、

フォーカスオフセットと球面収差との何れか一方を第1補正対象、他方を第2補正対象としたときに、予め定める第2補正対象を有した状態で、第1補正対象を発生させ、該第1補正対象を変化させるステップと、

前記第1補正対象が最小となるときの第1補正対象の発生状態を検出する最適第1補正対象検出ステップと、

前記最小の第1補正対象の発生状態で、第2補正対象を発生させ、該第2補正対象量を変化させるステップと、

前記第2補正対象が最小となるときの第2補正対象の発生状態を検出する最適第2補正対象検出ステップと、

前記第1補正対象検出ステップおよび最適第2補正対象検出ステップによって得られた球面収差量およびフォーカスオフセット量を用いて球面収差およびフォーカスオフセットの補償を行うことを特徴とする光ピックアップの球面収差合焦ずれ補償方法。

17. 集光されたビーム光を光学記録媒体の記録面に照射し、該記録

面からの反射光量によって記録情報の読取りを行う際に、光学系に生じる球面収差およびフォーカスオフセットを補償する光ピックアップの球面収差合焦ずれ補償方法において、

前記記録媒体に予め定める記録パワーで信号を記録するステップと、

5 前記反射光から前記記録情報を再生するステップと、

予め定めるフォーカスオフセットを有した状態で、球面収差を発生させ、該球面収差量を変化させるステップと、

前記球面収差が最小となるときの球面収差発生状態を検出する最適球面収差検出ステップと、

10 前記最小の球面収差発生状態で、フォーカスオフセットを発生させ、該フォーカスオフセット量を変化させるステップと、

前記フォーカスオフセットが最小となるときのフォーカスオフセット発生状態を検出する最適フォーカスオフセット検出ステップと、

15 前記最適球面収差検出ステップおよび最適フォーカスオフセット検出ステップによって得られた球面収差量およびフォーカスオフセット量を用いて球面収差およびフォーカスオフセットの補償を行うことを特徴とする光ピックアップの球面収差合焦ずれ補償方法。

20 18. 集光されたビーム光を光学記録媒体の記録面に照射し、該記録面からの反射光量によって記録情報の読取りを行う際に、光学系に生じる球面収差およびフォーカスオフセットを補償する光ピックアップの球面収差合焦ずれ補償方法において、

前記記録媒体に予め定める記録パワーで信号を記録するステップと、

前記反射光から前記記録情報を再生するステップと、

予め定める球面収差を有した状態で、フォーカスオフセット発生させ

、該フォーカスオフセット量を変化させるステップと、

前記フォーカスオフセットが最小となるときのフォーカスオフセット発生状態を検出する最適フォーカスオフセット検出ステップと、

前記最小のフォーカスオフセット発生状態で、球面収差を発生させ、
5 該球面収差量を変化させるステップと、

前記球面収差が最小となるときの球面収差発生状態を検出する最適球面収差検出ステップと、

前記最適フォーカスオフセット検出ステップおよび最適球面収差検出ステップによって得られた球面収差量およびフォーカスオフセット量を用いて球面収差およびフォーカスオフセットの補償を行うことを特徴とする光ピックアップの球面収差合焦ずれ補償方法。
10

19. 再生された信号の振幅が最大になるような球面収差および／またはフォーカスオフセットを発生させることを特徴とする請求項16に記載の光ピックアップの球面収差合焦ずれ補償方法。

15 20. 再生された信号のジッターが最小になるような球面収差および／またはフォーカスオフセットを発生させることを特徴とする請求項16に記載の光ピックアップの球面収差合焦ずれ補償方法。

21. 再生された信号のエラーレートが最小になるような球面収差および／またはフォーカスオフセットを発生させることを特徴とする請求項16に記載の光ピックアップの球面収差合焦ずれ補償方法。
20

22. 集光されたビーム光を光学記録媒体の記録面に照射し、該記録面からの反射光量によって記録情報の読取りを行う際に、光学系に生じる球面収差およびフォーカスオフセットを相殺する球面収差およびフォーカスオフセットを発生させて補償する補償装置を具備する光ピックアップ

ップ装置において、

前記補償装置は、

前記光学記録媒体に予め記録されている記録条件を検出する記録条件検出手段と、

- 5 前記記録条件検出手段で検出した記録条件に従い、光学記録媒体のテストライト領域に予め定める信号をテストライトするテストライト手段と、

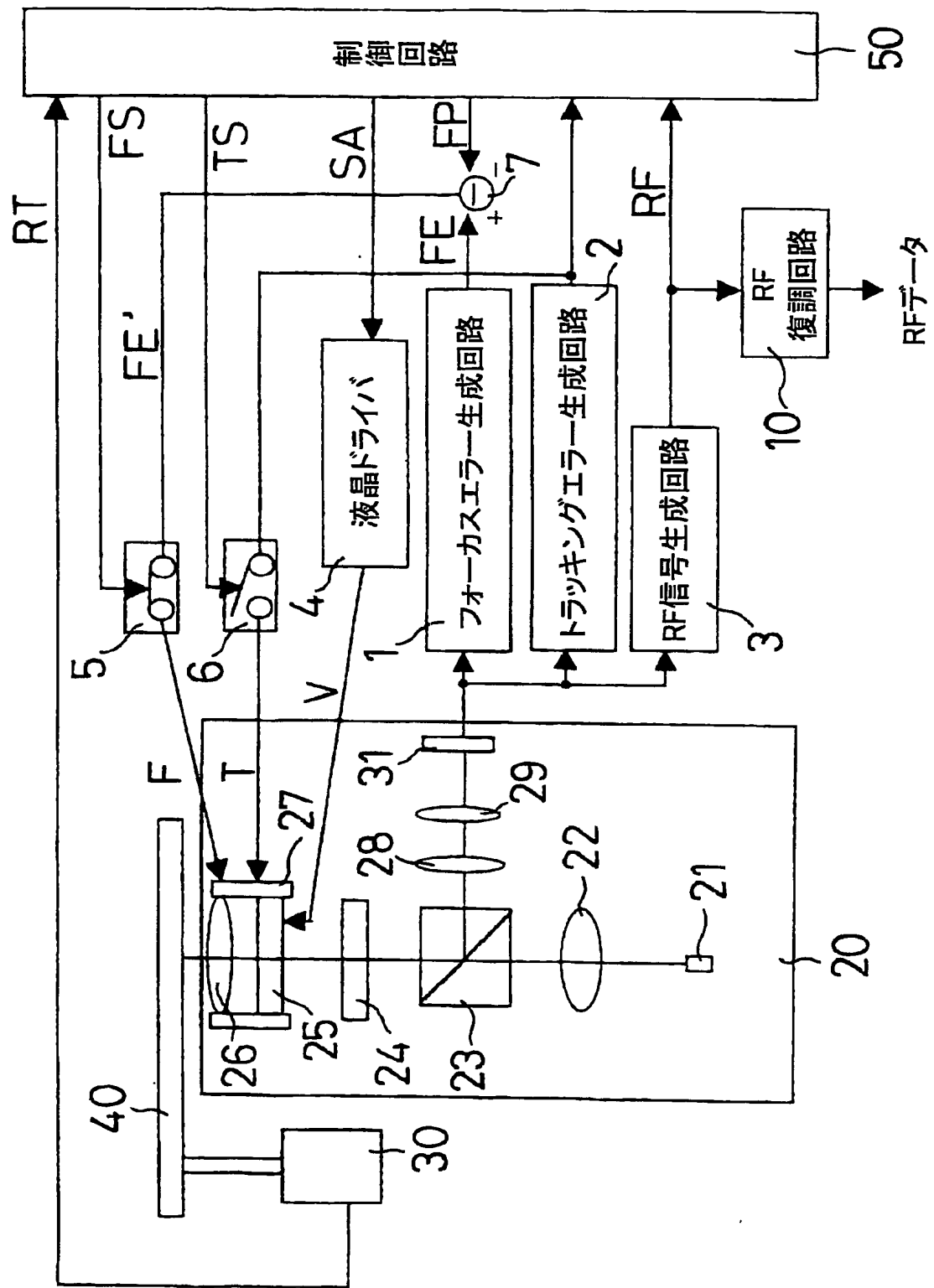
前記テストライト領域からの再生信号を用いて、フォーカスオフセットと球面収差との何れか一方を第1補正対象、他方を第2補正対象としたときに、予め定める第2補正対象を有した状態で、第1補正対象を発生させ、該第1補正対象を変化させる処理、前記第1補正対象が最小となるときの第1補正対象の発生状態を検出する最適第1補正対象検出処理、前記最小の第1補正対象の発生状態で、第2補正対象を発生させ、該第2補正対象量を変化させる処理、前記第2補正対象が最小となるときの第2補正対象の発生状態を検出する最適第2補正対象検出処理、および前記第1補正対象検出処理および最適第2補正対象検出処理によって得られた球面収差量およびフォーカスオフセット量を用いて球面収差およびフォーカスオフセットを補償する処理を行う補償手段とを含むことを特徴とする光ピックアップ装置。

- 20 23. 前記補償手段は、1組のレンズを含むビームエキスパンダであり、該1組のレンズのレンズ間隔を、前記最適球面収差検出処理によって得られた球面収差量に対応させることを特徴とする請求項22に記載の光ピックアップ装置。

24. 前記補償手段は、複屈折特性を有する液晶が充填された液晶層

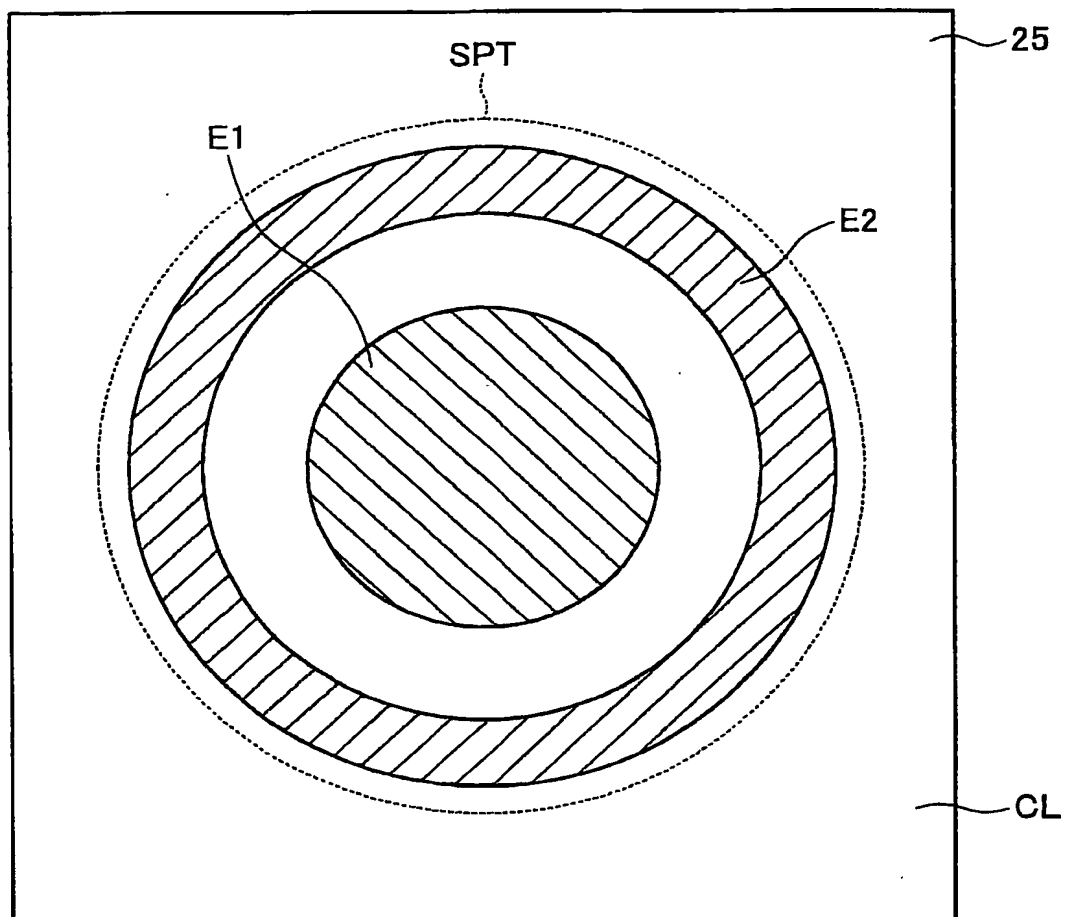
上に円環状の透明電極が形成されている液晶パネルと、前記透明電極に、前記最適球面収差検出処理によって得られた球面収差量に対応する電位を印加する液晶駆動回路とを含むことを特徴とする請求項 22 に記載の光ピックアップ装置。

図1



2/18

図2



3/18

図3

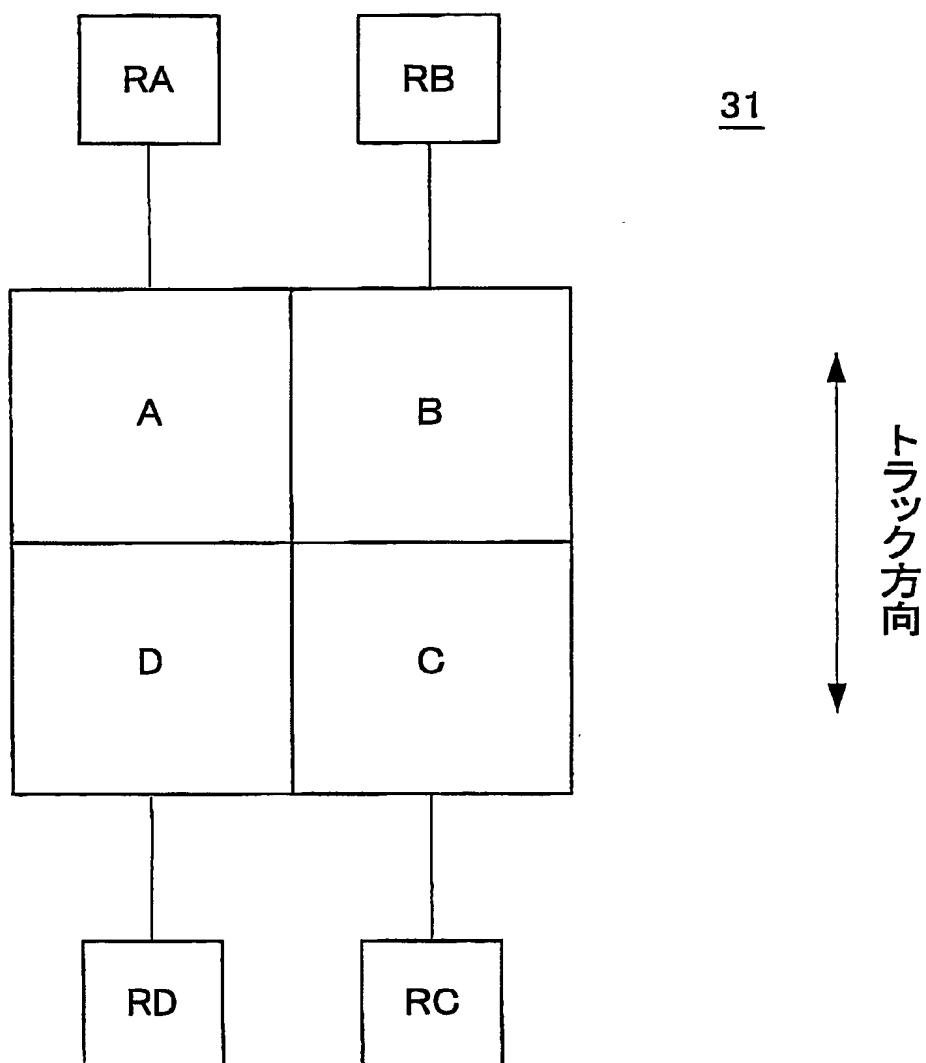
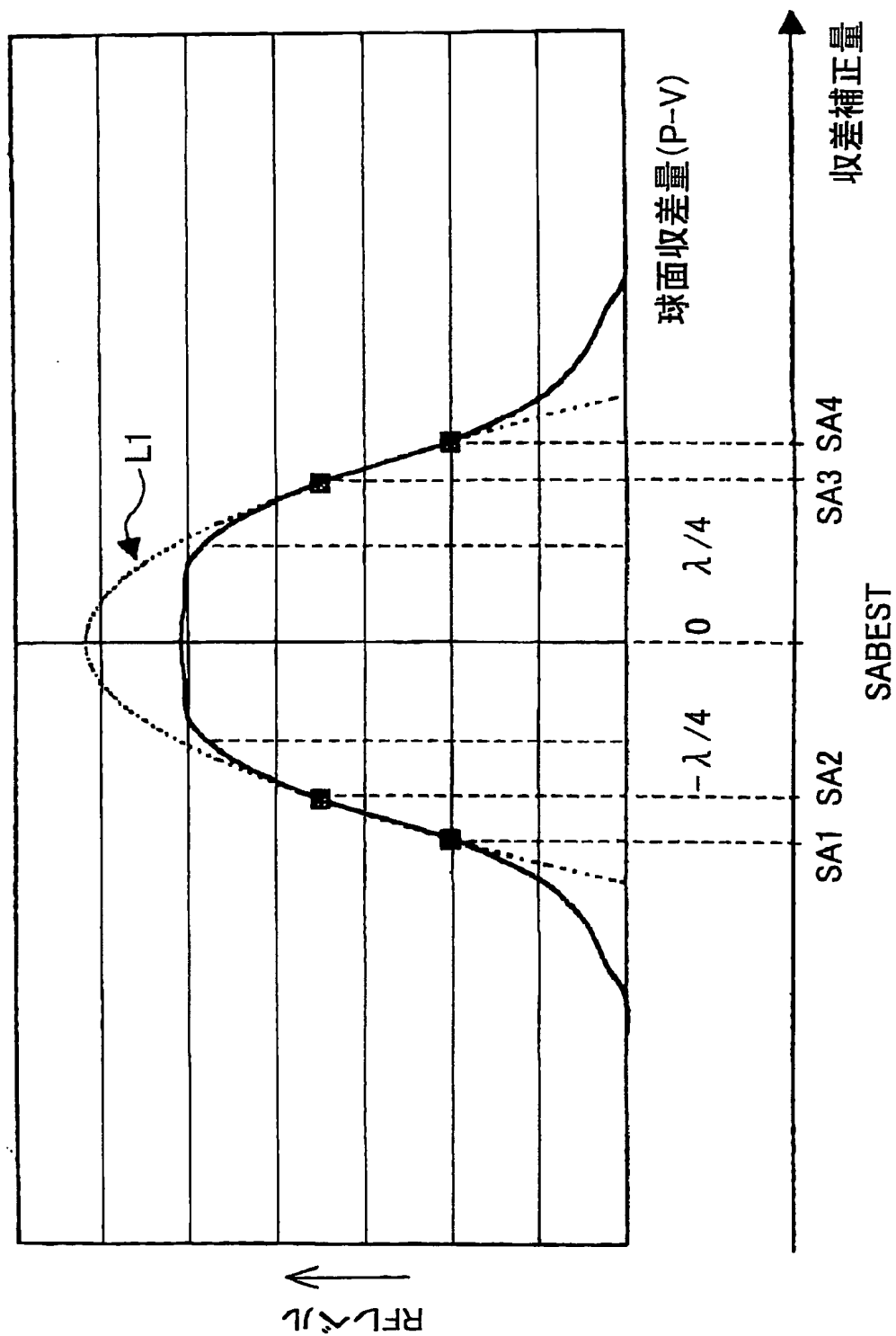


図4



5/18

図5

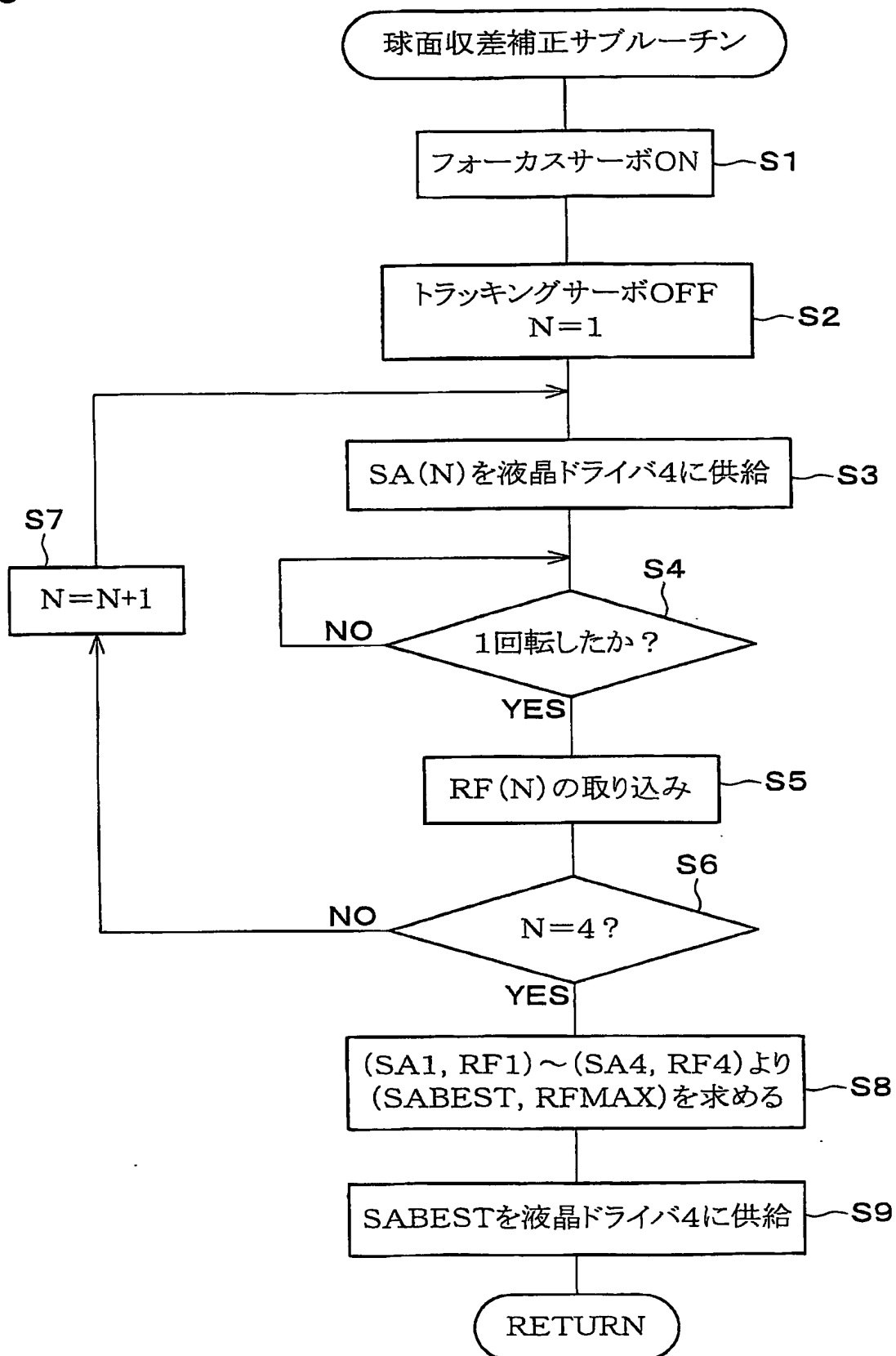


図6

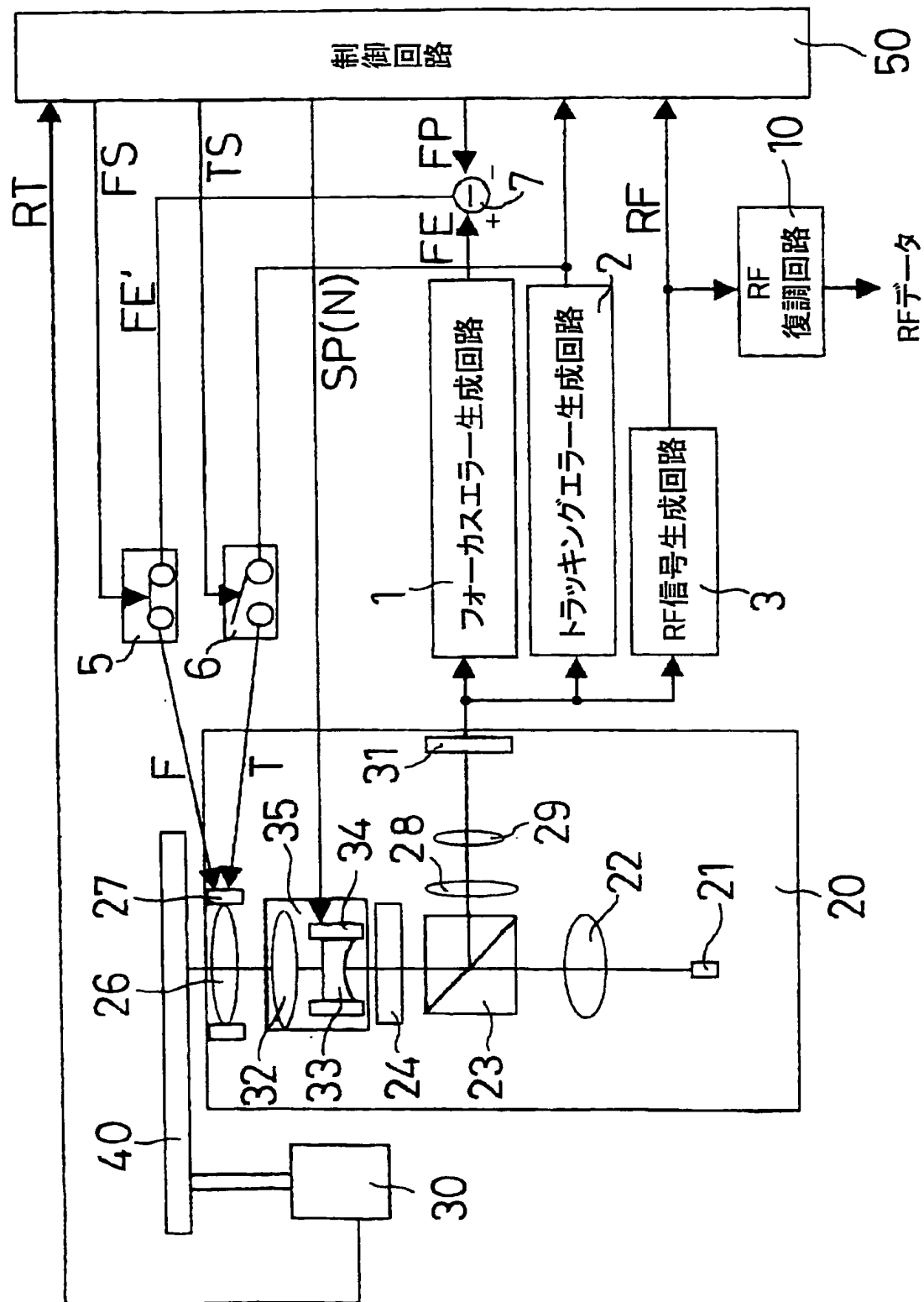
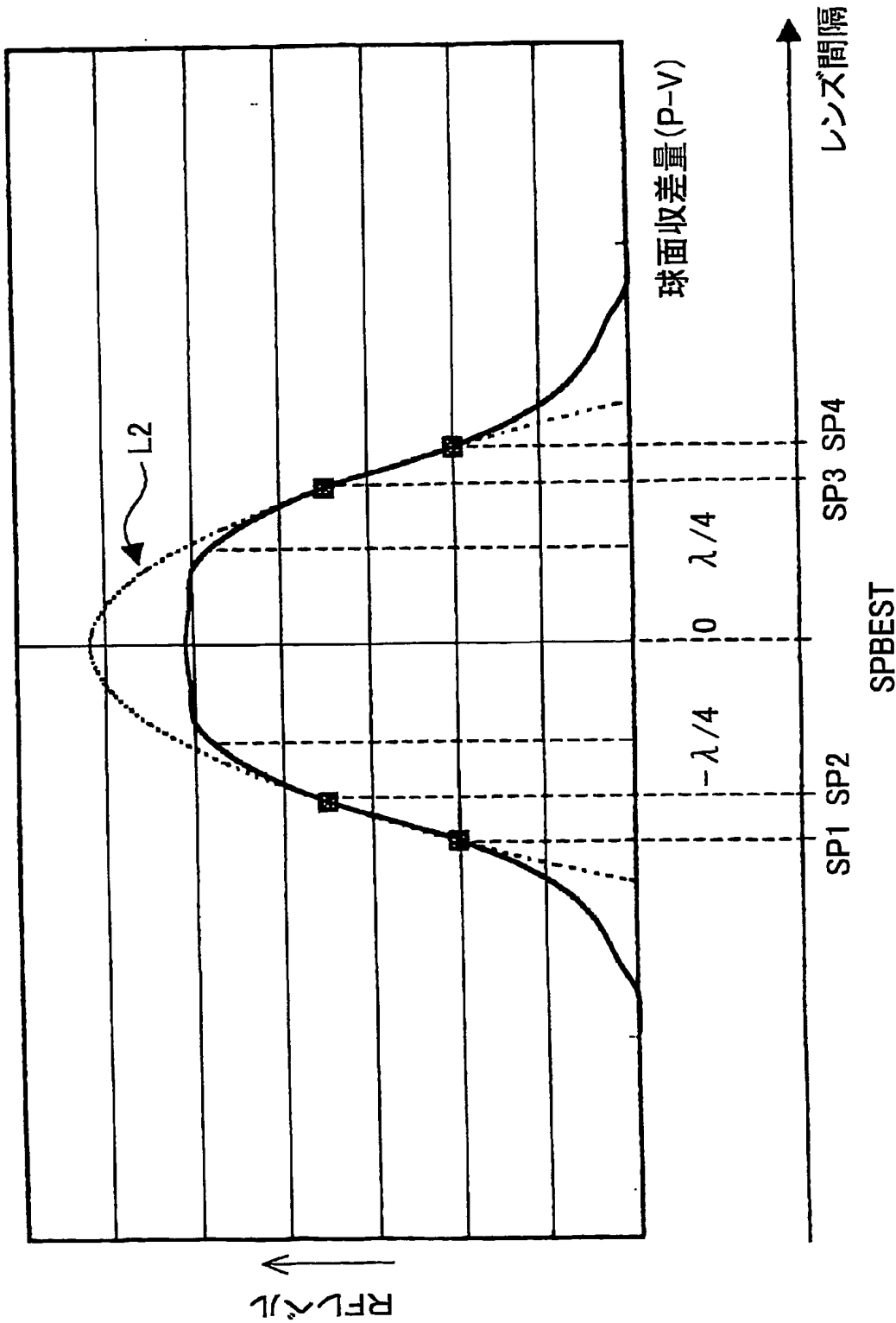
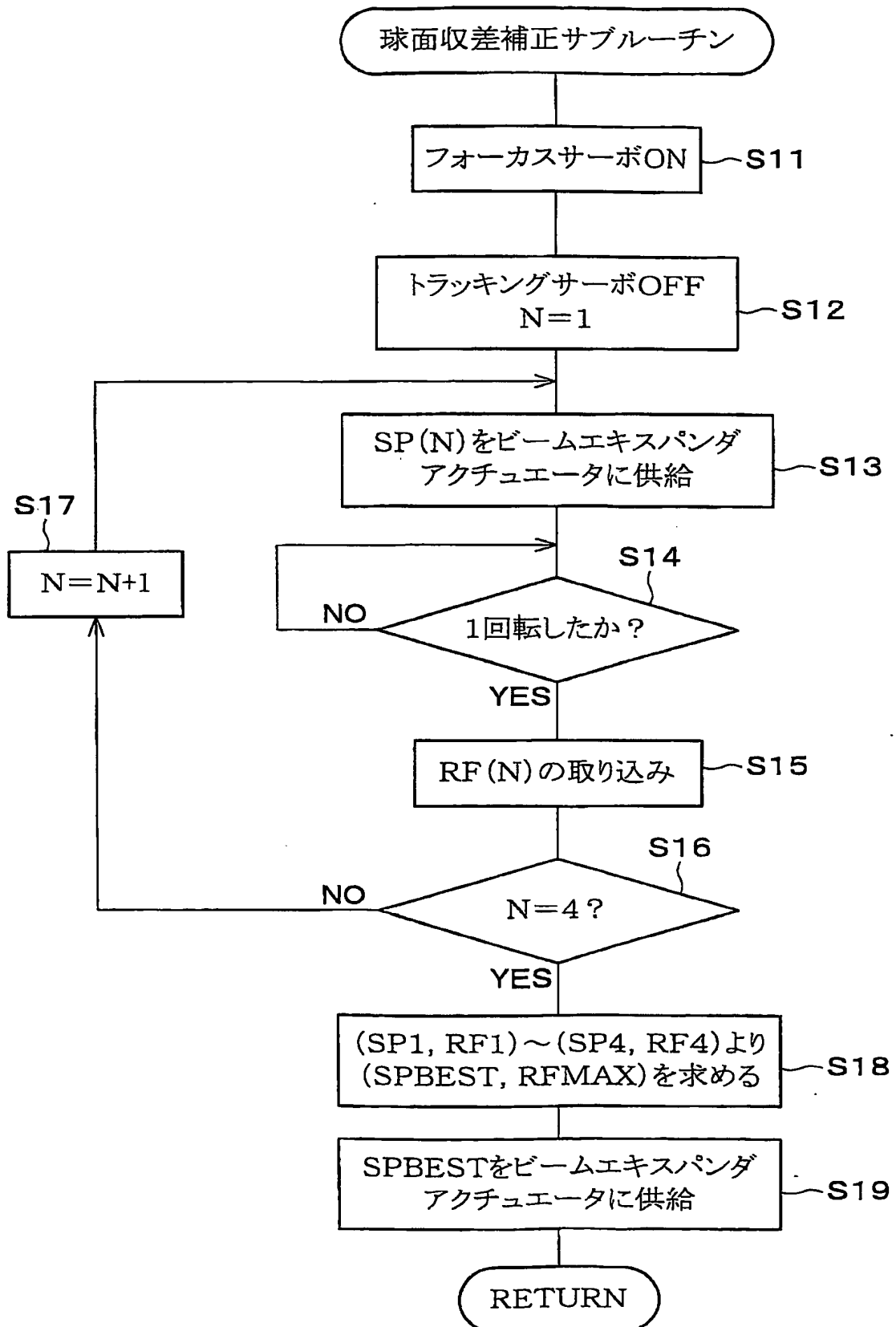


図7



8/18

図8



9/18

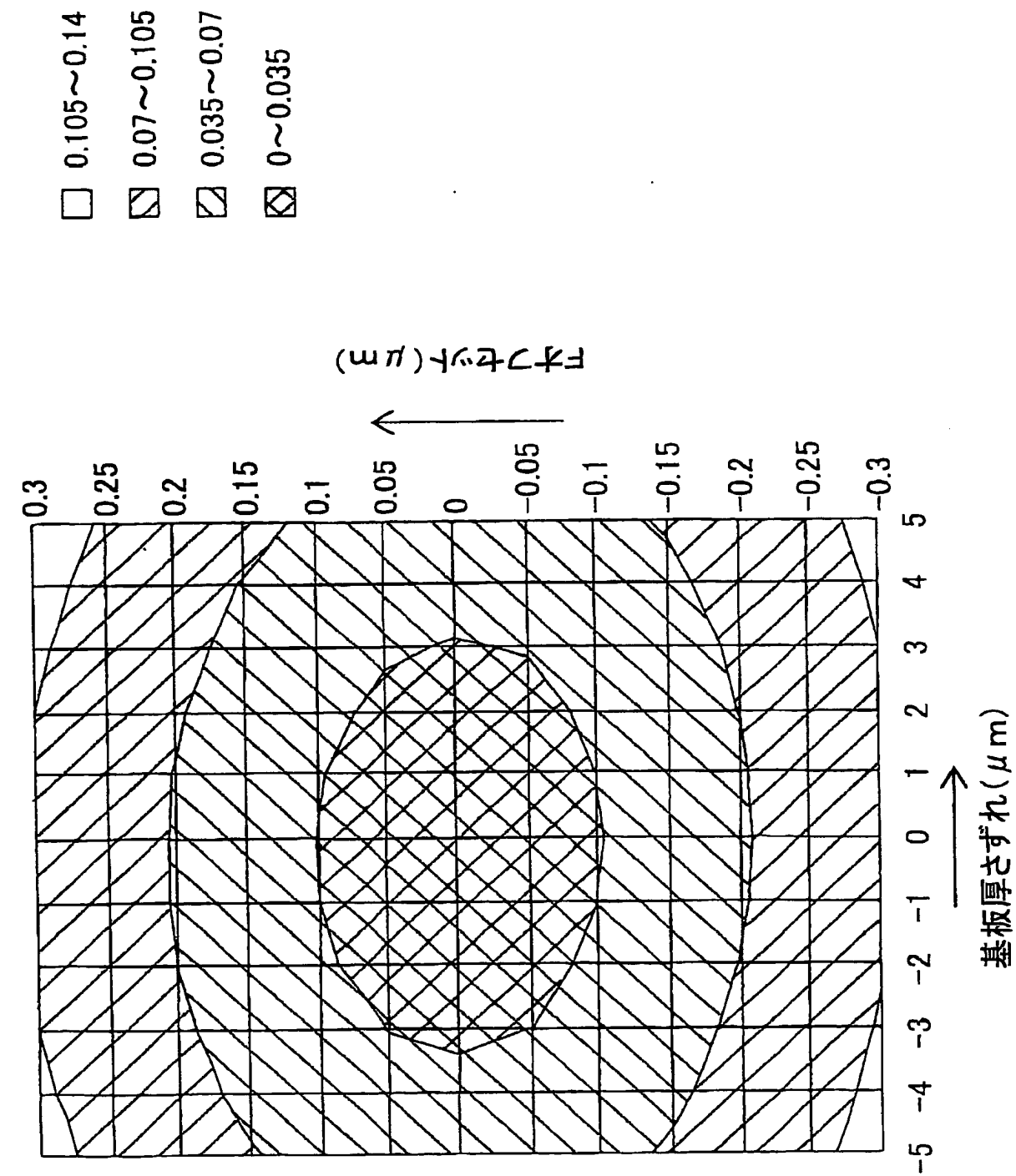
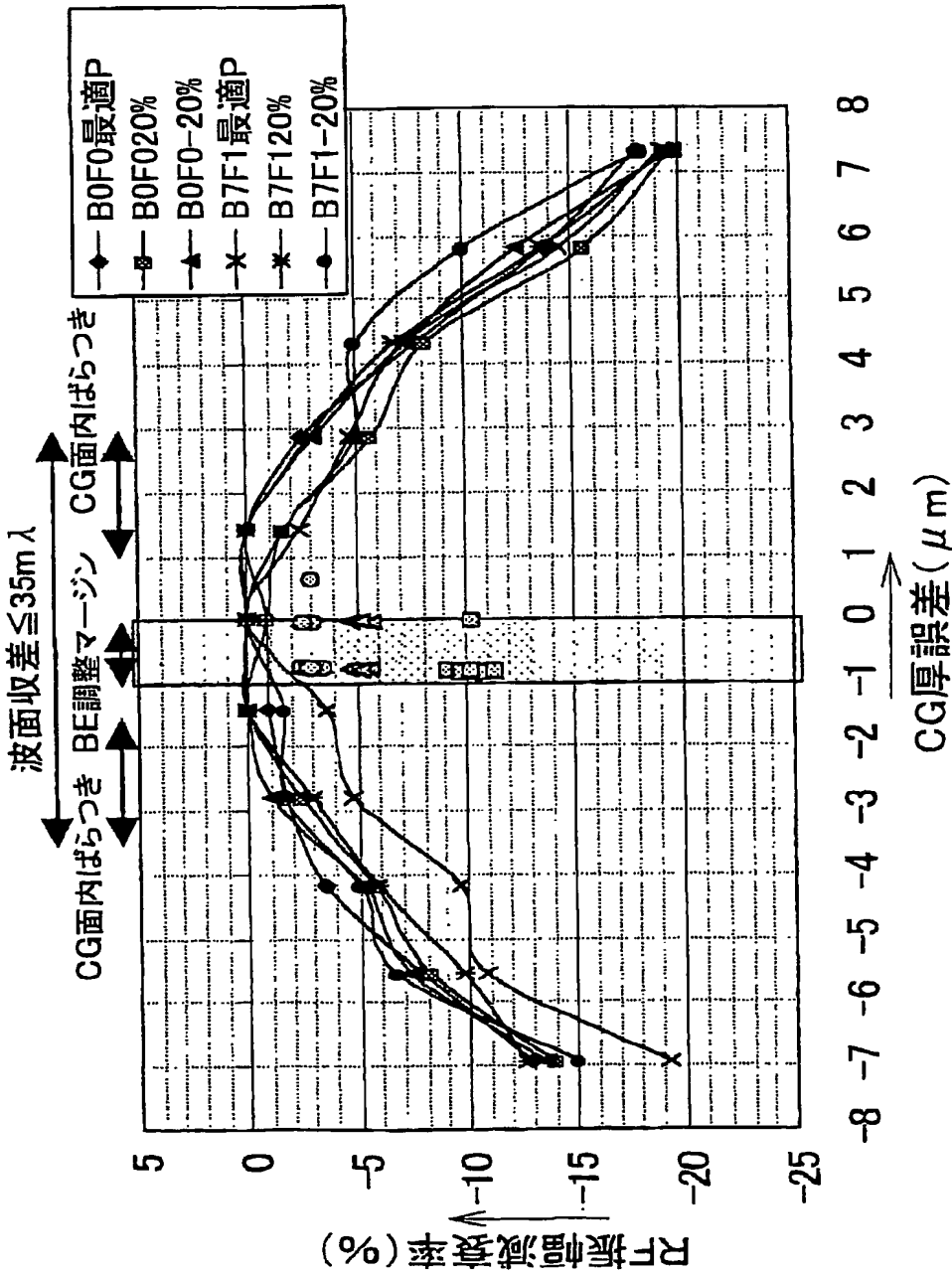


図9

図10



- ピーク値の3%以上落ち間隔の中心
- ▲ ピーク値の5%以上落ち間隔の中心
- ピーク値の10%以上落ち間隔の中心

11/18

図11

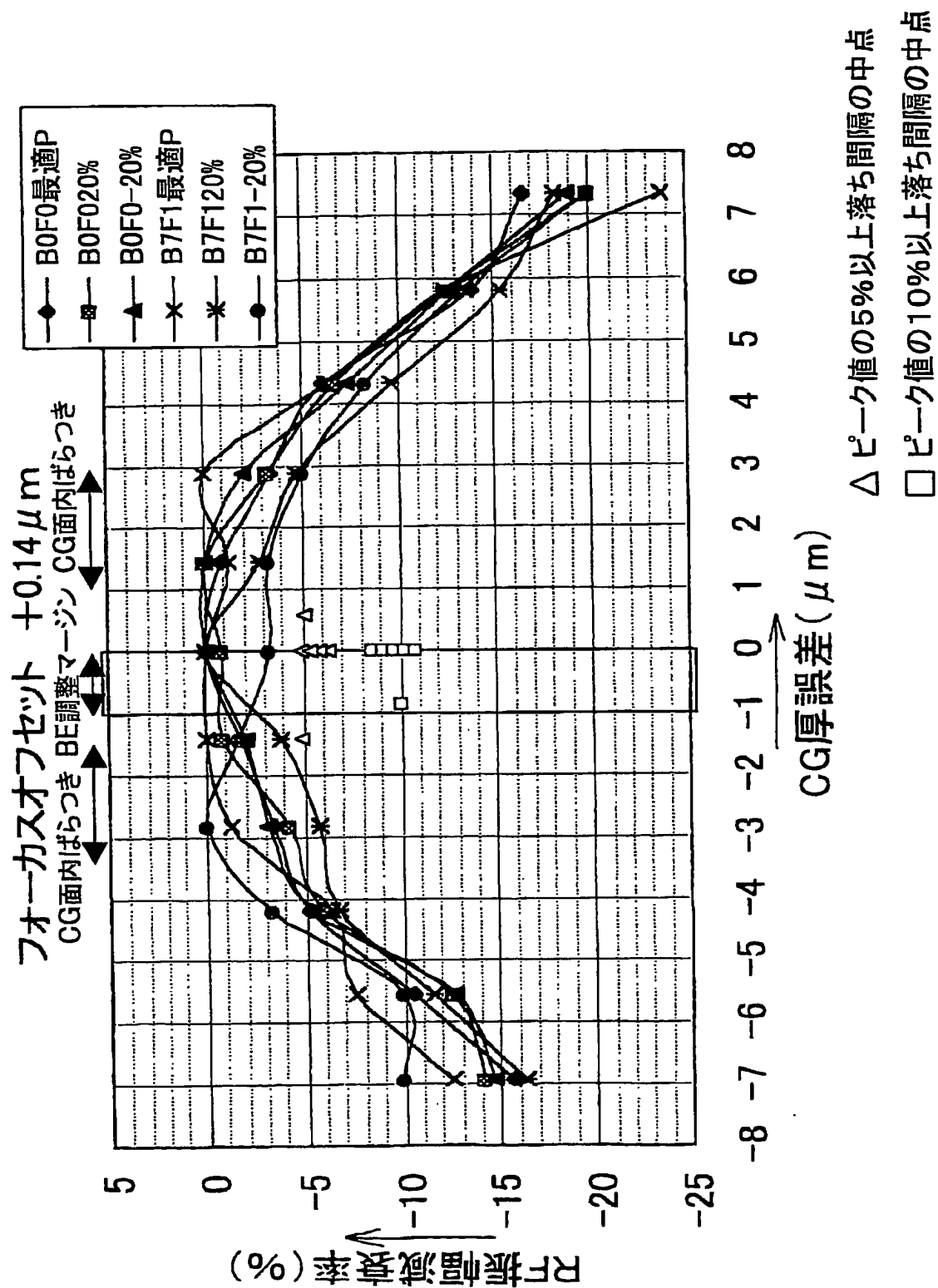
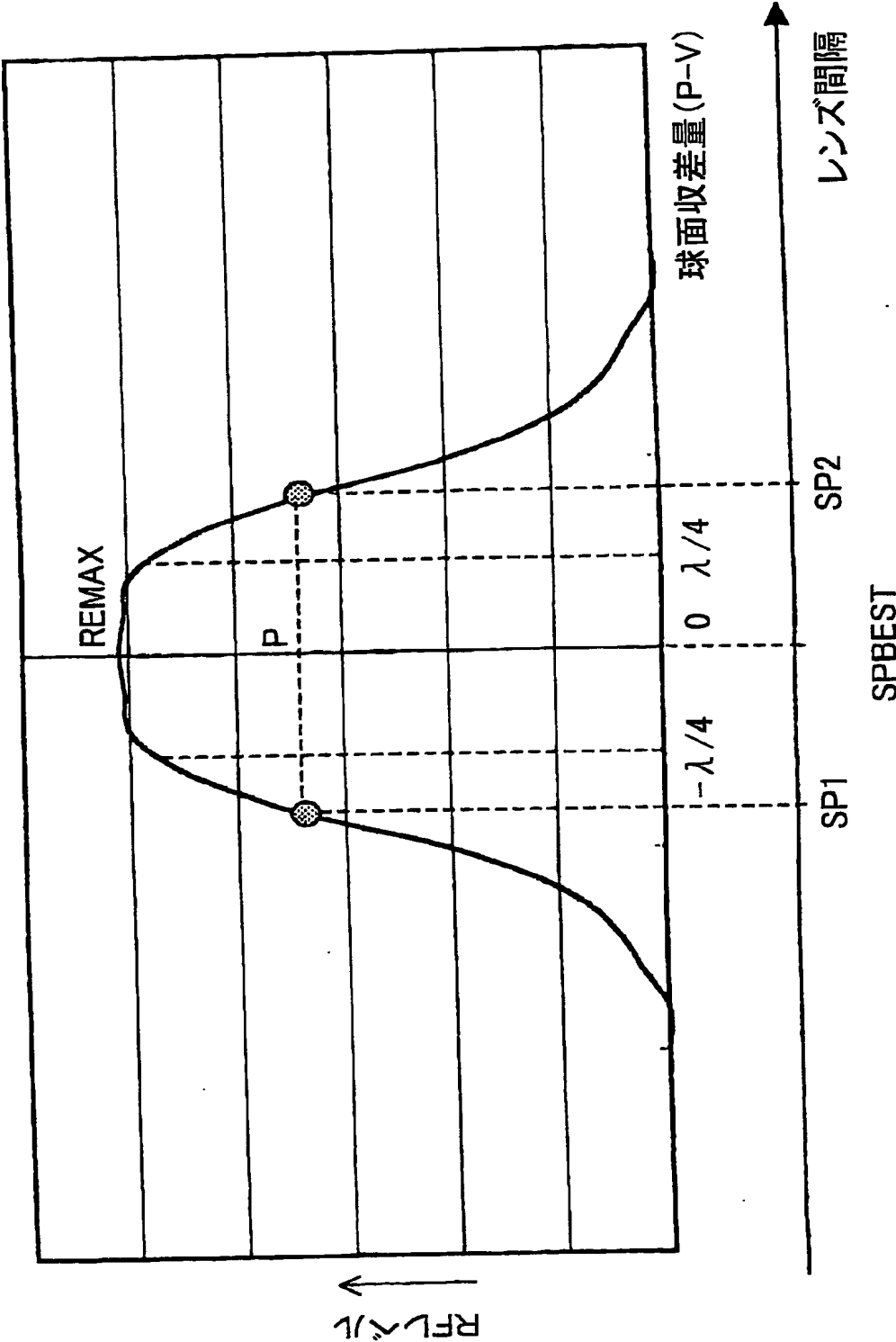
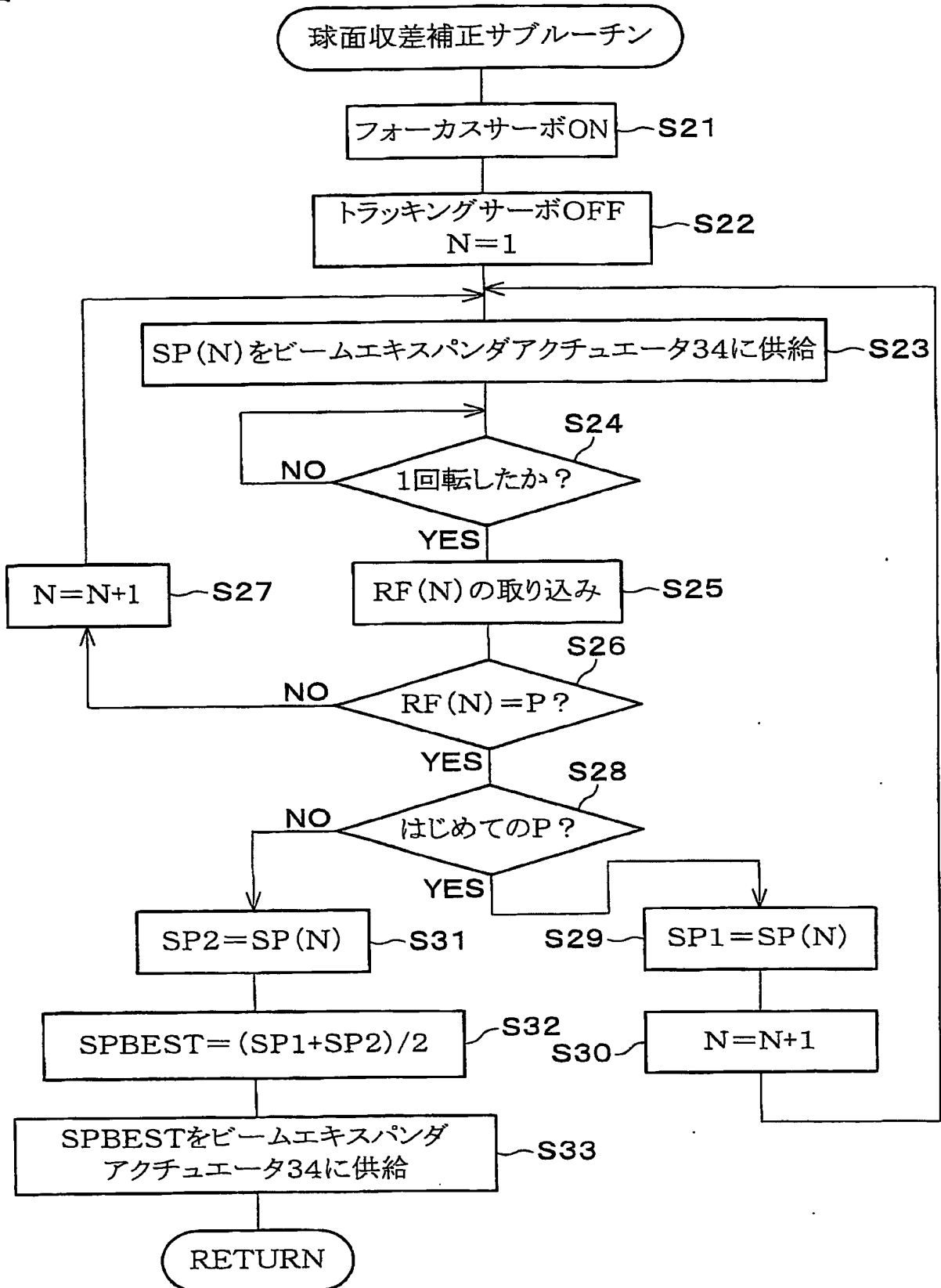


図12



13/18

図13



14/18

図14 (a)

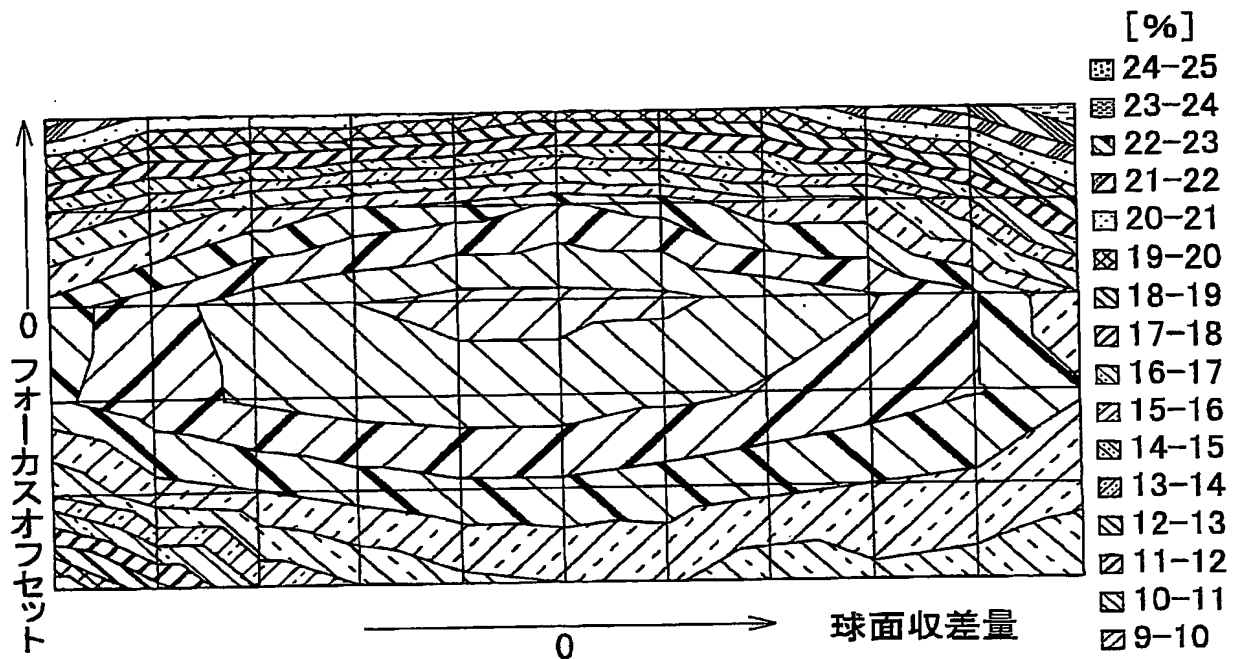
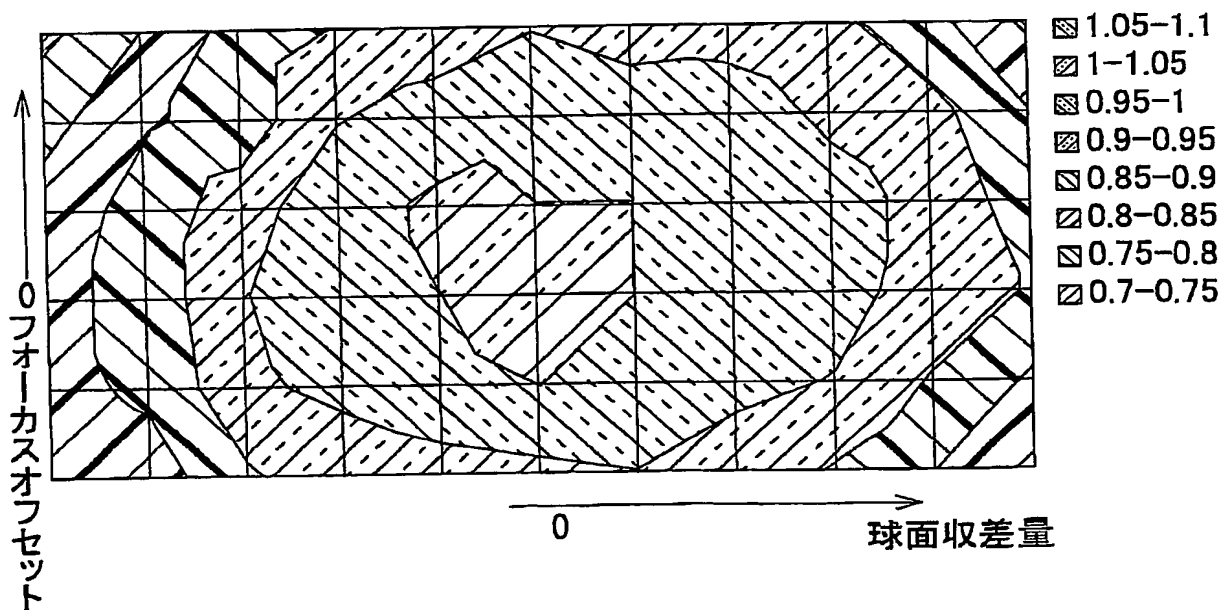


図14 (b)



15/18

図15 (a)

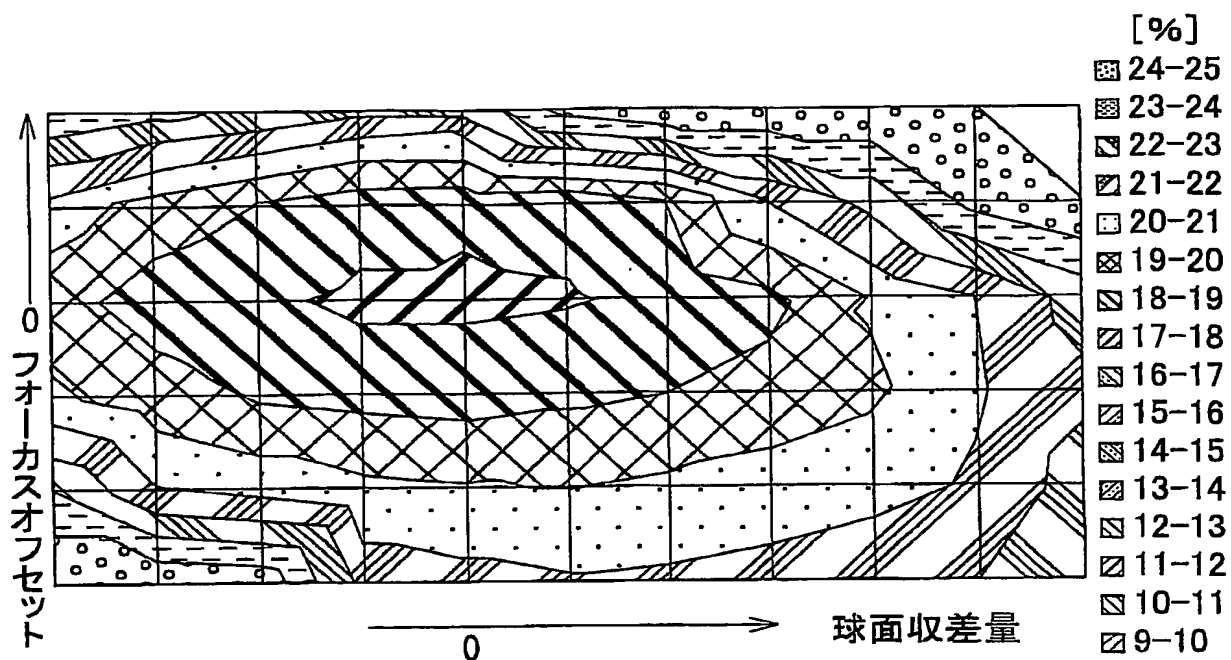
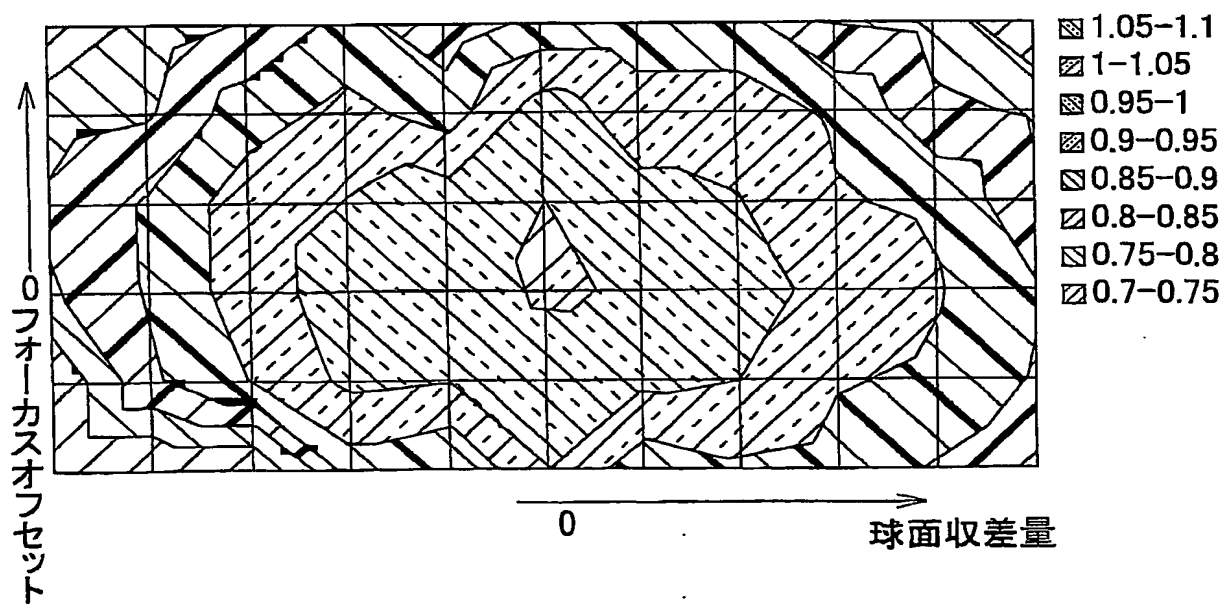


図15 (b)



16/18

図16 (a)

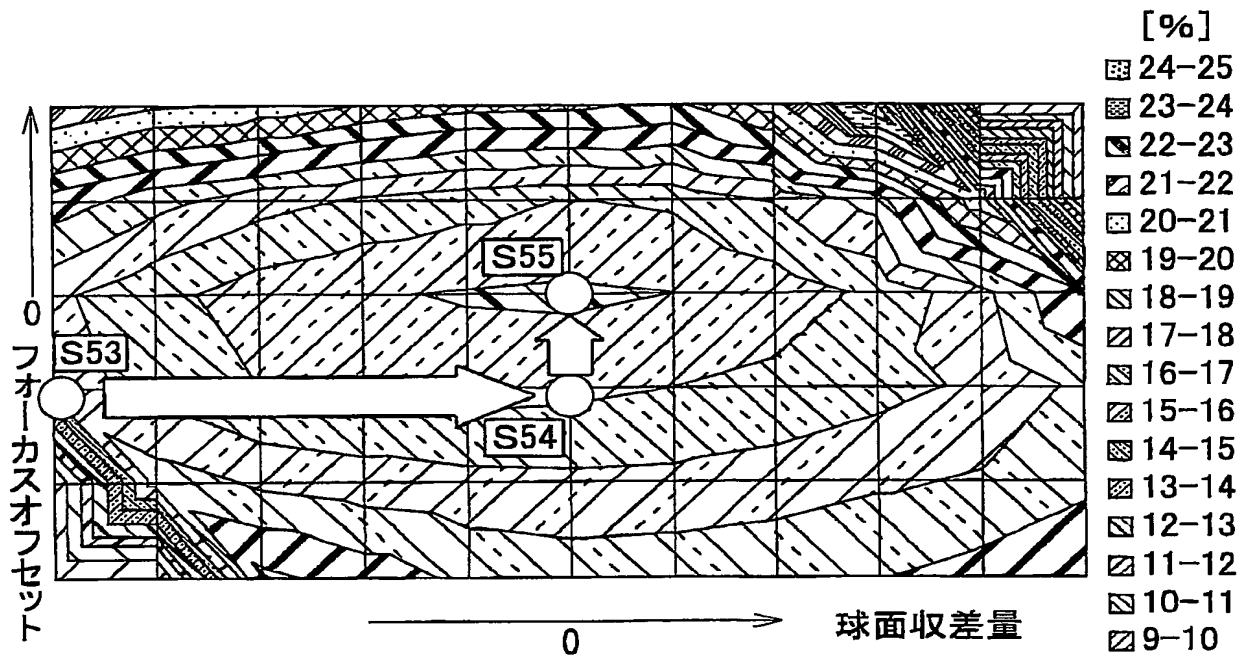
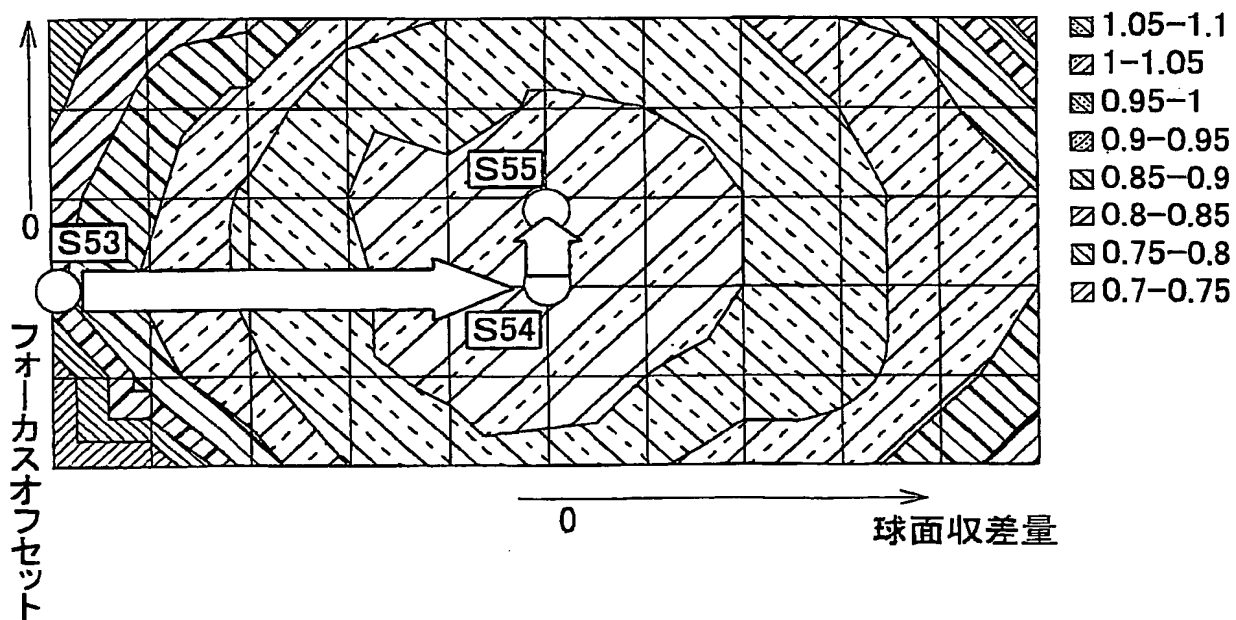


図16 (b)



17/18

図17

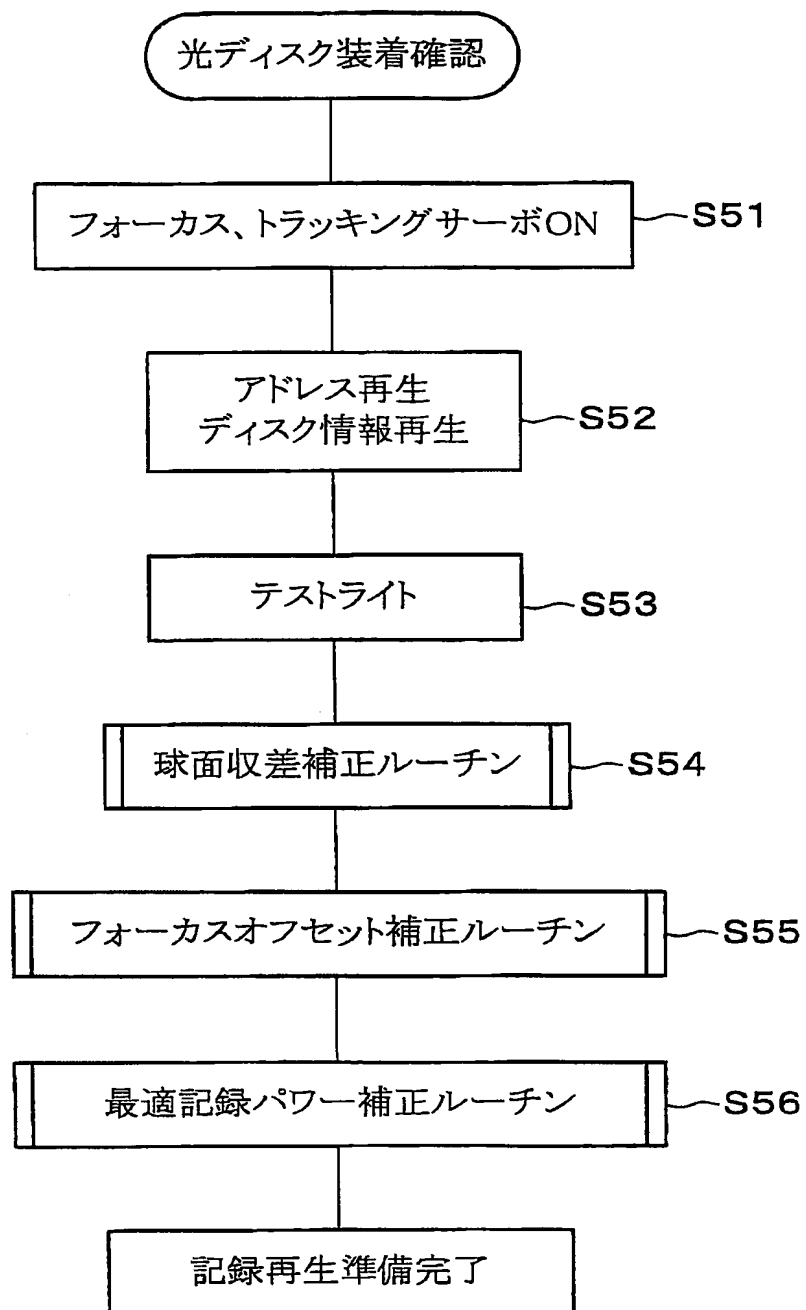
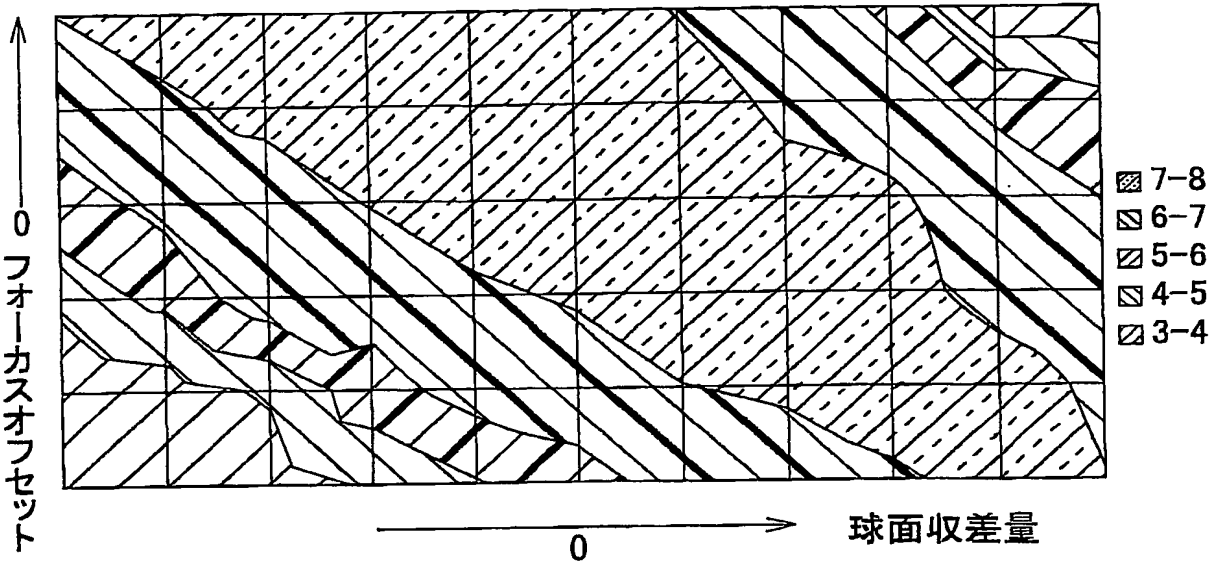


図18



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/07864

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G11B7/125, 7/135, 7/09

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G11B7/125, 7/135, 7/09, 7/095

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X P,A	JP 2003-123282 A (Sharp Corp.), 25 April, 2003 (25.04.03), Full text; Figs. 1 to 9 Full text; Figs. 1 to 9 & WO 03/015084 A1	16-24 1-15
A	JP 2000-11388 A (Sony Corp.), 14 January, 2000 (14.01.00), Full text; Figs. 1 to 8 & US 2003/147332 A1	1-24
A	JP 2000-40237 A (Sony Corp.), 08 February, 2000 (08.02.00), Full text; Figs. 1 to 7 & CN 1244006 A & US 6324133 B1	1-24

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 October, 2003 (10.10.03)

Date of mailing of the international search report
28 October, 2003 (28.10.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/07864

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-266392 A (Pioneer Electronic Corp.), 28 September, 2001 (28.09.01), Full text; Figs. 1 to 11 & US 2001/55257 A1	1-24
P,A	JP 2002-342952 A (Pioneer Electronic Corp.), 29 November, 2002 (29.11.02), Full text; Figs. 1 to 13 & US 2002/172110 A1	1-24
E,A	JP 2003-196856 A (Toshiba Corp.), 11 July, 2003 (11.07.03), Full text; Figs. 1 to 11 (Family: none)	1-24

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/07864

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Claims 1-15 relate to a subject matter in which at least two second spherical aberrations of different values are generated in a region where the P-V value of spherical aberration of a focus spot on a recording surface of an optical recording medium is more than $1/4$ of the wavelength λ or where the standard deviation is more than $1/14$ of the wavelength λ and an optimum aberration correction value is calculated by numerical calculation on the basis of the evaluation value of a reference signal generated by receiving the amount of reflected light for each spherical aberration.

Claims 16-24 relate to a subject matter in which the spherical aberration and the focus offset caused in an optical system are compensated.

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B 7/125, 7/135, 7/09

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B 7/125, 7/135, 7/09, 7/095

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, X	JP 2003-123282 A (シャープ株式会社) 2003.04.25 全文, 図1-9	16-24
P, A	全文, 図1-9 & WO 03/015084 A1	1-15

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10.10.03

国際調査報告の発送日

28.10.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
五貫 昭一



5D 9368

電話番号 03-3581-1101 内線 3550

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 2000-11388 A (ソニー株式会社) 2000. 01. 14 全文, 図1-8 & US 2003/147332 A1	1-24
A	J P 2000-40237 A (ソニー株式会社) 2000. 02. 08 全文, 図1-7 & CN 1244006 A & US 6324133 B1	1-24
A	J P 2001-266392 A (パイオニア株式会社) 2001. 09. 28 全文, 図1-11 & US 2001/55257 A1	1-24
P, A	J P 2002-342952 A (パイオニア株式会社) 2002. 11. 29 全文, 図1-13 & US 2002/172110 A1	1-24
E, A	J P 2003-196856 A (株式会社東芝) 2003. 07. 11 全文, 図1-11 (ファミリーなし)	1-24

第Ⅰ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a))の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅱ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-15は、光学記録媒体の記録面上での集光スポットのもつ球面収差量がP-V値で波長 λ の $1/4$ 以上、あるいは標準偏差が波長 λ の $1/14$ 以上となる範囲にて少なくとも2つ以上の異なる量の第2の球面収差を発生させ、各球面収差量における反射光量を受光して得られるリファレンス信号の評価値に基づく数値演算にて最適収差補正量を計算する構成に関するものである。

請求の範囲16-24は、光学系に生じる球面収差とフォーカスオフセットを補償する構成に関するものである。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。